

**TYGODNIK
POWSZECHNY**

Nr 20/2024

**KATALOG
FESTIWALOWY**

MASZYNA

21-26.05.2024



**COPERNICUS
FESTIVAL**

www.copernicusfestival.com

**COPERNICUS
FESTIVAL 2024**

Twoje wsparcie ma znaczenie



Pomóż nam tworzyć ciekawe materiały
i dostarczać jeszcze więcej wartościowych treści!



Na kanale YouTube Copernicus przybliżamy
świat nauki z akademicką dociekliwością.

Zostań częścią naszej społeczności – wsparcie już
od 10 zł miesięcznie na [Patronite.pl/copernicus](https://patronite.pl/copernicus)



GDY PISZĘ TE SŁOWA, SKONSTRUOWANA PÓŁ WIEKU temu sonda Voyager 1 znajduje się w odległości ponad 24 mld km od naszej planety – i nadal pędzi w nieznaną, każdej sekundy pokonując 17 km. Kilka miesięcy temu jej komputery pokładowe uległy awarii, ale wreszcie udało się wznowić z nią dialog. Nie było to łatwe: korzystamy dziś z zupełnie innych urządzeń. W rozwoju technologii półwiecze to wieczność – dość powiedzieć, że miliony razy potężniejsze maszyny obliczeniowe od tych, które być może zaprowadzą Voyagera w pobliże obcych globów, wykorzystujemy dziś, by przesyłać znajomym uroczne obrazki z kotkami.

To dobra lekcja tego, że o jakości technologii nie świadczy tylko jej złożoność – kluczową zaletą może być prostota. Narzędzia olduwajskie, po raz pierwszy wykonane z kamienia 3 mln lat temu przez jakiegoś afrykańskiego dwunożnego małpy, rozprzestrzeniły się po różnych kontynentach i nie straciły na znaczeniu przez kolejne 2 mln lat. Można je było wytworzyć w każdej chwili – choć wymaga to pewnej wprawy! – a mają niezliczone zastosowania. Pomyślcie o naszych dawnych przodkach, gdy usłyszycie kolejny raz, że w kamieniste podłoże Marsa – jedyną znaną planetę zamieszkiwaną wyłącznie przez roboty – wwiercają się wysłane przez nas łaziki. Jako ludzie przeszliśmy długą drogę. O wiele dłuższą niż ta, którą pokonała nasza posłanniczka na kosmiczne sympozjum.

Ale, jak wyjaśnia w pierwszym tekście tego katalogu Marcin Miłkowski, w rozwoju naszej technologii i cywilizacji nie chodzi tylko o to, że nauczyliśmy się budować coraz sprawniejsze narzędzia i maszyny. Rzecz polega również na tym, że zaczęliśmy myśleć o świecie tak, jakby był maszyną – jakby składał się z mechanizmów, które możemy rozbierać na części, manipulować nimi i się im przyglądać z różnych perspektyw. Myślimy w ten sposób nawet o życiu – jako efekcie współpracy wielu zazębiających się, choć „bezdusznym” mechanizmów.

Na pozostałych stronach tego katalogu przedstawiamy naszych głównych gości oraz tematy, którymi zajmujemy się podczas tegorocznego festiwalu. Prezentujemy też nominacje w konkursie Mądra Książka Roku oraz program naszego festiwalu. Spotykać się będziemy od 21 do 26 maja w Muzeum Inżynierii i Techniki w Krakowie. Przed południem – na Śniadaniach Mistrzów; po południu – na rozmowach, debatach i wykładach. Na wieczorne pasmo filmowe zapraszamy do Kina Mikro. Dla chętnych wraz z naszymi partnerami przygotowaliśmy też wiele interesujących warsztatów.

Jak piszą Marta Bielińska i Michał Eckstein, sięgając po średniowieczną metaforę – my sami jesteśmy częścią *machina mundi*. Poświęćmy ten festiwal, by przemyśleć, co to znaczy.

© ŁUKASZ KWIATEK



**4. Idea, która
zmieniła świat**
MARCIN MIŁKOWSKI

10. Narzędzia starsze niż człowiek
ŁUKASZ KWIATEK

14. Więcej niż drony
ROZMOWA
Z LARSEM CHITTKĄ

19. Żywa inteligencja
ŁUKASZ ŁAMŻA

26. Technologie czynią nas ludźmi
ŁUKASZ AFELTOWICZ

30. Program festiwalu

36. Nie czytamy w myślach
ROZMOWA Z PIOTREM DURKĄ

40. Machina mundi
MARTA BIELIŃSKA,
MICHAŁ ECKSTEIN

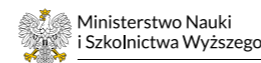
**48. A jeśli wszystko
przenika umysł?**
MARZENA ZDANOWSKA

52. Duch w maszynie
ROZMOWA Z DOMINIKĄ DUDEK

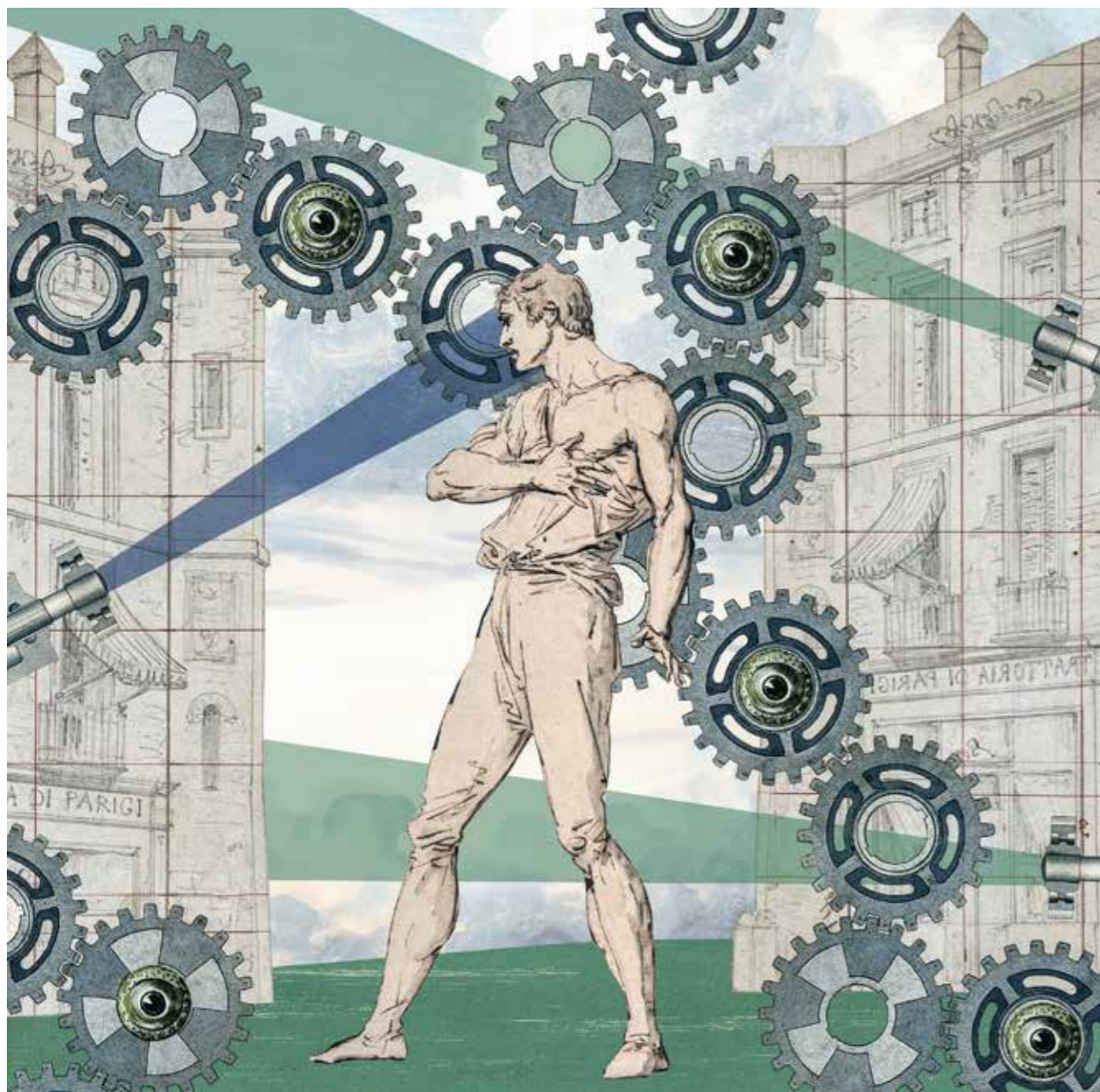
WSPÓŁWYDAWCY



REDAKCJA: ŁUKASZ KWIATEK, WSPÓŁPRACA: ŁUKASZ ŁAMŻA, PIOTR SZYMANEK
MĄDRE KSIĄŻKI: KAMIL KOPIJ, MARTA ALICJA TRZECIAK | PROJEKT GRAF. I FOTOEDYCJA: MAREK ZALEJSKI
TYPOGRAFIA: ANDRZEJ LEŚNIAK | KOREKTA: KLAUDIA BIEŃ, KATARZYNA DOMIN, SYLWIA FROŁOW, MACIEJ SZKLARCZYK
PROMOCJA: DIANA SAŁACKA, ANNA PIETRZYKOWSKA | GRAFIKA NA OKŁADCE: ANNA KUBIK
KRAKÓW 2024, 978-83-65610-29-4



Dofinansowano ze środków budżetu państwa przyznanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Programu „Społeczna Odpowiedzialność Nauki II” oraz ze środków Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonalskości w Uniwersytecie Jagiellońskim.



Natalia Polasik „Na celowniku postępu”, 2024 r.

Idea, która zmieniła świat

MARCIN MIŁKOWSKI

Historia pojęcia „mechanizm” to opowieść o naszej odwiecznej fascynacji maszynami i pragnieniu zrozumienia tajemnic życia i umysłu. To także historia wielkich przełomów naukowych i śmiałych eksperymentów myślowych.

Richard Feynman (1918-1988) powiedział, że nie potrafi zrozumieć czegoś, czego nie umie zbudować. Nie on pierwszy. Idea, że możemy pojąć świat na podobieństwo maszyn, które budujemy, zrodziła się już w starożytności. Niestety, wzięta dosłownie, jest ewidentną nieprawdą – nikt przecież tak naprawdę nie rozumie, dlaczego stworzony przez ludzi Chat GPT udzielał nam zdawkowych odpowiedzi w okresie świątecznym, chociaż wcześniej był gadatliwy i „pracowity”. Twórca czasem naprawdę nie rozumie swojego dzieła. Niemniej, mechanicyzyczne podejście często pozwala nam zrozumieć rzeczywistość, a wraz z rozwojem techniki zmienia się nasze postrzeganie samych mechanizmów.

Idea mechanizmu pobudzała wyobraźnię i rodziła śmiałe hipotezy – od starożytnych legend o mechanicznych słowikach i gadających posągach, przez renesansowe zegary i XVIII-wieczne automaty grające na flecie, po współczesne komputery i roboty. Jednocześnie rodziła gorące spory filozoficzne. Czy jesteśmy tylko bezwolnymi trybikami w maszynie wszechświata? Czy można zredukować piękno muzyki lub miłosny wiersz do bezdusznej mechaniki? Czy da się zbudować maszynę, która będzie myśleć i czuć jak człowiek?

Teatr ziemski, teatr niebiański

Archimedes, wybitny grecki matematyk i wynalazca żyjący w III wieku p.n.e., nie tylko wyskoczył z wanny po odkryciu prawa wypierania cieczy, ale także sformułował prawo dźwigni, które mówi, że aby dźwignia pozostawała w równowadze, iloczyn siły i długości ramienia po jednej stronie punktu podparcia musi być równy iloczynowi siły i długości ramienia po drugiej stronie. Dzięki temu odkryciu rozumiano, że za pomocą dźwigni można podnosić ciężkie przedmioty, przykładając niewielką siłę na dłuższym ramieniu. Jego prace pozwoliły wyjaśnić działanie wielu prostych maszyn i narzędzi używanych od wieków, takich jak kołowrót, blok, klin czy śruba. Archimedesowi przypisuje się stwierdzenie: „Dajcie mi punkt podparcia, a poruszę Ziemię”.

Dźwignie to maszyny proste. Ale w starożytności powstawały też zadziwiająco skomplikowane urządzenia. Weźmy słynny mechanizm z Antykithiry – słu-

żący do obliczania ruchów ciał niebieskich, zbudowany z setek brązowych kół zębatych. Jaki geniusz stał za jego powstaniem? Jakie obliczenia potrafił wykonywać? Jego przeznaczenie pozostaje zagadką, ale jedno jest pewne – mechanizm z Antykithiry to dowód, że już w II wieku p.n.e. istniały umysły zdolne, jak zdołano je zbudować.

Starożytny Rzym też ma się czym pochwalić. Wyobraźmy sobie uczyty w pałacach patrycjuszów, gdzie goście raczyli się winem nalewanym przez automaty. Albo teatry, gdzie bogowie pojawiali się na scenie, poruszani ukrytymi linkami i kołowrotami. Budziły podziw i trwogę. Czyż nie były dowodem boskiej mocy, która umie tchnąć życie w martwy metal?

Tak właśnie postrzegano automaty w starożytności – jako dzieła boskiej inżynierii, zesłane przez Hefajstosa lub Wulkana. Dziś wiemy, że za tymi cudami stali ludzie – genialni wynalazcy tacy jak Ktesibios czy Heron z Aleksandrii. Ówczesne automaty były kruche, zawodne, uzależnione od siły mięśni lub przepływu wody. Brakowało im precyzji i mocy obliczeniowej współczesnych komputerów. Heron potrafił zbudować teatr automatów, ale nie sztuczny umysł. Jego maszyny mogły odgrywać zaprogramowane sceny, ale nie były w stanie uczyć się ani myśleć.

Dokonania starożytnych podsuwają też najważniejszą bodaj myśl mechaniczmu: że złożone zjawiska powstają w wyniku wielu prostych oddziaływań między prostymi składnikami. Uważali tak już atomiści, torując drogę późniejszemu redukcjonizmowi, ale nie łączyli tego z prawami odkrytymi przez Archimedesa. Na rozumienie świata w takich kategoriach było jeszcze trochę za wcześnie. Ale wynalazki starożytne przyczyniły się do rozwoju kolejnych maszyn, takich jak coraz doskonalsze młyny budowane w średniowieczu – czy wreszcie prasy drukarskie.

Kartezjusz, kaczkę i kłopoty z duszą

Przenieśmy się teraz do XVII-wiecznej Europy, gdzie wśród peruk, koronek i barokowych zdobień kielkują nowe, rewolucyjne idee. Jedną z nich to nowożytny mechanicyzm – pogląd, że cały wszechświat,

włącznie z żywymi organizmami, to w gruncie rzeczy maszyna, którą można opisać za pomocą praw fizyki. Ta myśl przychodzi wraz z narodzinami nowożytnej nauki, a jednym ze sprawców tej rewolucji jest René Descartes (1596-1650), znany też jako Kartezjusz.

Kartezjusz, genialny matematyk, tworzy geometrię analityczną – od tej pory możemy nie tylko tworzyć dowody konstrukcyjne, ale też posługiwać się układem współrzędnych. Przestrzeń zaczyna lubić się z arytmetyką. Co znaczy, że możemy też precyzyjnie wyjaśniać ruchy ciał – traktując je jak mechanizmy, które popychają się w przestrzeni geometrycznej. Kartezjusz do tego stopnia zawiera tej koncepcji, że odrzuca mechanikę Newtona z tajemniczą – bo niedającą się ująć w kategoriach popychających się trybików – grawitacją. W zamian proponuje kuriozalną dzisiaj teorię wirów.

Zwierzęce i ludzkie ciała to też maszyny, które kartezjańscy chcą rozumieć jako automaty reagujące na bodźce niczym dobrze zaprojektowany zegar. Zdaniem Kartezjusza układ nerwowy jest zbiorem łuków odruchowych, łączących bodźce z reakcjami. Takie postrzeganie tego układu pozostaje wpływowe do dzisiaj.

Kartezjusz dochodzi jednak do wniosku, że podczas gdy można stworzyć maszynę zachowującą się jak zwierzę, to nie powstanie nigdy machina, która potrafiłaby opanować język lepiej niż papuga. Język i myśl wymykają się wyjaśnieniu na modłę geometryczną, a więc nie można ich traktować jako obiektów przestrzennych. W odróżnieniu od ciała rzecz myśląca jest poza przestrzenią. Ten kartezjański dualizm wyrasta w istocie z refleksji nad ograniczeniami ówczesnego mechanicyzmu.

Nie wszyscy uznają te ograniczenia. Thomas Hobbes (1588-1679), *enfant terrible* angielskiej filozofii, idzie znacznie dalej. Dla niego nawet ludzkie myślenie to rodzaj obliczania, ważenia racji i sumowania bodźców. Gottfried Leibniz (1646-1716), matematyczny geniusz, marzy o uniwersalnym języku myśli, w którym rozumowanie sprowadza się do przekształcania symboli według ustalonych reguł. Brzmi to znajomo? Oto pierwsze zwiastuny komputacjonizmu, idei głoszącej, że umysł działa na wzór programu komputerowego czy algorytmu. →



■ Rob Dunn
**HISTORIA
NATURALNA
PRZYSZŁOŚCI**
CCPress

Nadchodzi katastrofa

WYNIKI BADAŃ naukowych wskazują na zaskakującą korelację między wzrostem temperatur a poziomem agresji w społeczeństwie. Wydawać by się mogło, że wyższa temperatura nas rozleniwia i zniechęca do aktywności. I może tak jest, ale nie w przypadku naszej skłonności do agresji. W obliczu narastającego kryzysu klimatycznego takie odkrycia są niepokojące, bo pokazują, że globalne zmiany mogą mieć daleko idące konsekwencje nie tylko dla środowiska naturalnego i zbudowanego, w których żyjemy, ale również dla zachowań społecznych. To tylko jeden z wielu przykładów tego, jak głęboko prawa natury wpływają na naszą codzienność, a więc i tego, jak mogą one kształtować przyszłość ludzkości i życia w ogóle.

Rob Dunn w swojej książce „Historia naturalna przyszłości” porównuje naszą sytuację do kierowcy, który mimo ograniczonego pola widzenia, wpływu alkoholu i skłonności do szybkiej jazdy, wciąż jeszcze unika kraksy. Katastrofa jednak nieubłaganie nadchodzi, bo pomimo świadomości ryzyka i pogarszającej się sytuacji, nadal pędzimy naprzód, jak dzieci w lunaparku. Dunn podkreśla, że nasze działania mają bezpośredni wpływ na Ziemię i jej ekosystemy, a zrozumienie tych zależności jest kluczowe dla przyszłości nas wszystkich. Co więcej, wskazuje, że na podstawie dotychczas zgromadzonej wiedzy już możemy snuć scenariusze jutra. Niestety niektóre z nich nie wyglądają obiecująco. © KK



→ Tymczasem w realnym świecie powstają coraz bardziej wyrafinowane automaty. Doskonala się zegary. Jacques de Vaucanson (1709-1782), nieodrodny syn epoki rozumu, konstruuje słynną mechaniczną kaczkę. Sztuczny ptak, który je trawi i wydala – czyż nie jest dowodem, że organizmy to tylko bardzo wymyślne maszyny? Vaucanson staje się bohaterem paryskich salonów, symbolem triumfu ludzkiej pomysłowości nad tajemnicami natury.

Mózgi, szczury i roboty

Nauka i technika nabierają rozpędu w XIX wieku. Rodzą się nowe idee. Do lamusa odchodzi stary mechanizm, odrzucający wszystko, co nie daje się sprowadzić do lokalnych oddziaływań. Redukcja złożoności do prostych maszyn okazuje się nie do przeprowadzenia.

Fizyka odkrywa pole magnetyczne, którego nie można wyjaśnić w kategoriach mechanicznych oddziaływań, jak zderzenia czy naciski. Pole magnetyczne oddziałuje na ładunki elektryczne i inne magnesy na odległość, bez bezpośredniego kontaktu. Inaczej niż maszyny proste.

Termodynamika wprowadza do słownika nauki pojęcia entropii i nieodwracalności procesów. Procesy termodynamiczne, takie jak przepływ ciepła czy praca, nie dają się opisać za pomocą prostych zmian i zderzeń. Co więcej, procesy nieodwracalne nie są do pogodzenia z odwracalnymi prawami mechaniki.

Wreszcie szczerzógólna względności Einsteina z 1905 r. podważa istnienie absolutnej przestrzeni i czasu, fundamentalnego założenia mechaniki Newtona. Okazało się, że interwały czasowe i przestrzenne zależą od układu odniesienia obserwatora. Pojawiły się też efekty relatywistyczne, niemożliwe do wyjaśnienia na gruncie klasycznej mechaniki.

Pozostaje więc albo odrzucić mechanicyzm, albo postrzegać mechanizmy w świetle zupełnie nowych maszyn, zstępujących rzekome siły duchowe. Karol Darwin (1809-1882) rewolucjonizuje biologię, proponując teorię ewolucji drogą doboru naturalnego. Organizmy nie są już postrzegane jako dzieła boskiego zegarmistrza, ale jako wytwory ślepego, mechanicznego procesu selekcji. Cechy sprzyjające przetrwaniu i reprodukcji są przekazywane kolejnym

pokoleniom, prowadząc do stopniowych zmian i adaptacji. Odkrycia Gregora Mendla (1822-1884) dotyczące dziedziczenia cech groszku położyły podwaliny pod genetykę. Gdy już w XX w. dokonano syntezy darwinizmu z mendelizmem, powstała zunifikowana teoria ewolucji, tłumacząca zarówno zmienność, jak i dziedziczność cech w kategoriach czysto mechanicznych. Geny zaczęto rozumieć jako nośniki informacji podlegające bezlitosnym prawom doboru, niczym trybiki w maszynie życia. Tak oto biologia wkroczyła w erę mechaniczizmu.

W takiej mechanistycznej biologii pojawia się np. koncepcja neuronu – podstawowej jednostki układu nerwowego, odkrytej przez Ramóna y Cajala (1852-1934). Neuron jawi się jako rodzaj żywego przełącznika, przekazującego impulsy niczym telegrafista depeszę. A może cały mózg to rodzaj sieci telegraficznej, po której mkną sygnały między nadawcą a odbiorcą?

Tak właśnie myślą asocjacioniści, tacy jak Alexander Bain (1818-1903). Dla nich umysł to sieć skojarzeń, gdzie każda myśl wywołuje kolejną na zasadzie mechanicznego odruchu. Uczenie się? To nic innego jak wzmacnianie połączeń między neuronami, niczym wydeptywanie ścieżki w gąszczu mózgu. Bain idzie o krok dalej i buduje model „sztucznego neuronu” z przewodów i baterii. Czy to pierwowzór współczesnych sieci neuronowych?

Inni próbują symulować mózg za pomocą rurek i zaworów. Tak jak hydraulicy kontrolują przepływ wody, tak może dałoby się regulować przepływ myśli? Zigmund Freud (1856-1939), młody neurolog zafascynowany maszynami, widzi w umyśle system naczyń połączonych, gdzie popędy i emocje krążą niczym ciecze pod ciśnieniem. Ale czy da się zredukować całą złożoność psychiki do prostej gry sił i przepływów? Freud w ostateczności porzuca tę ideę.

Tymczasem w Ameryce Edward Thorndike (1874-1949) zamyka głodne koty w klatkach i każe im naciskać dźwignie w zamian za rybę. Tak rodzi się behawioryzm – teoria, która jak Kartezjusz widzi w zwierzętach i ludziach automaty reagujące na bodźce według prostych reguł, lecz bez żadnych wyjątków dla rzekomo nieprzestrzennej rzeczy myślącej.

Dla Thorndike’a uczenie się to nic innego jak wzmacnianie pożądaných odruchów za pomocą nagród i kar.

Atraktory, bifurkacje, emergencje

Rozwijająca się matematyka i potrzeby wojska w trakcie dwóch wojen światowych inspirują idee, które zrewolucjonizują nasze myślenie o umyśle i maszynie. Jedną z najważniejszych jest cybernetyka – nauka o sterowaniu, komunikacji i przetwarzaniu informacji w złożonych systemach.

Jednak zanim zagłębimy się w świat cybernetyki, musimy poznać Alana Turinga (1912-1954). Ten genialny matematyk, łamacz hitlerowskiej Enigmy i ojciec informatyki, dokonuje czegoś, co jeszcze niedawno wydawało się niemożliwe – tworzy teorię uniwersalnej maszyny liczącej. To mechanizm, który potrafi symulować dowolny inny mechanizm, o ile tylko dostanie odpowiedni program. Czyż to nie przepis na sztuczną inteligencję? To właśnie Turing w 1950 r. proponuje, żeby o maszynach mówić w kategoriach inteligencji, a nie myślenia. Jeszcze nie „sztucznej inteligencji”, ale ten termin pojawi się już kilka lat po jego śmierci. Turing stawia prowokacyjne pytanie: czy maszyna może być inteligentna? Jego słynny test zakłada, że jeśli komputer rozmawia w sposób nieodróżnialny od człowieka, to musimy przypisać mu inteligencję.

Tymczasem grupa naukowców, inżynierów i wizjonerów tworzy nową naukę – cybernetykę. Jej ojcowie chrzestni to Norbert Wiener (1894-1964), Claude Shannon (1916-2001) i Warren McCulloch (1898-1969). Ich wspólną obsesją są sprzężenia zwrotne – pętle, w których skutek wpływa z powrotem na kolejną przyczynę. Tak jak termostat reguluje temperaturę, tak mózg kontroluje zachowanie za pomocą ciągłych sprzężeń między percepcją a działaniem. Wszystko to opisuje teoria informacji Shannona – matematyczny język, w którym myśli stają się bitami.

Cybernetycy marzą o stworzeniu maszyn, które będą uczyć się i adaptować do otoczenia tak jak żywe organizmy. W. Grey Walter (1910-1977) buduje słynne „żółwie” – proste roboty wyposażone w fotokomórki, reagujące na światło i dźwięk (podobieństwo do dzisiejszych robotów sprzątających jest uderzające).

Żółwie Waltera to nie tylko zabawki, ale modele minimalnego zachowania celowego. Pokazują, jak proste reguły i sprzężenia zwrotne mogą prowadzić do złożonych, adaptacyjnych strategii.

Ross Ashby (1903-1972), psychiatra zafascynowany teoriami systemów, tworzy homeostat – maszynę, która potrafi utrzymywać stabilny stan wewnętrzny pomimo zakłóceń z otoczenia. Czy to model ludzkiej psychiki, ciągle oscylującej między równowagą a chaosem? A może prototyp samoorganizującej się sztucznej inteligencji? Ashby wierzy, że kluczem do zrozumienia umysłu jest teoria systemów dynamicznych – matematyka atraktorów, bifurkacji i emergencji.

Ale prawdziwą rewolucję przynosi rozwój komputerów cyfrowych. Powstają maszyny przetwarzające nie tylko liczby, ale też symbole, reguły, algorytmy. Programy komputerowe stają się nowym modelem procesów umysłowych – sekwencjami instrukcji, które transformują informacje krok po kroku. Mózg jawi się teraz jako biologiczny komputer, neuron jako bramka logiczna, a myśl jako obliczenie.

Sztuczna inteligencja to dziś już nie tylko marzenie wizjonerów, ale rzeczywistość. Algorytmy głębokiego uczenia rozpoznają obrazy, tłumaczą języki czy grają w szachy i go lepiej niż mistrzowie świata. Chatboty prowadzą swobodne konwersacje, a wirtualni asystenci organizują nam życie. Czy to oznacza, że maszyny rzeczywiście myślą? Wszystko zależy od tego, jak zdefiniujemy „myślenie”. Jeśli chodzi o manipulację symbolami według określonych reguł – tak, komputery są w tym mistrzami. Turing nie miałby wątpliwości, że są do pewnego stopnia inteligentne, chociaż współczesna sztuczna inteligencja pozostaje osobliwie ślepa na prawdę – temu, co umie wygenerować, zdarza się mocno odbiegać od rzeczywistości.

Mechanicyzm 2.0

Czy mechanicyzm, wielki projekt wyjaśnienia życia i umysłu w kategoriach maszyn, przetrwał próbę czasu? Odpowiedź brzmi: tak, ale w nowej, ulepszonej wersji. To mechanicyzm 2.0.

Oto bowiem na naszych oczach dokonuje się prawdziwy renesans myślenia mechanicznego we współczesnej →



■ January
Weiner,
January
Weiner 3
**JAK POWSTAŁO
ŻYCIE NA ZIEMI**
CCPress

Tajemnica tajemnic

OD ZARANIA DZIEJÓW tajemnica życia fascynowała i prowokowała do refleksji. Każdy chyba system wierzeń przedstawiał wizję powstania świata i zasiedlenia go przez rośliny i zwierzęta, w tym także człowieka. Z czasem pateczkę przejęli filozofowie, a wreszcie naukowcy, którzy zaczęli opisywać życie i oznaczać je wygodnymi etykietkami. Okazało się jednak, że w tym przypadku „wiemy, że nic nie wiemy”. Bo choć od dawna zastanawiamy się nad tym, czy istnieje uniwersalny zestaw cech, który wyraźnie oddziela żywe istoty od nieożywionej materii, okazuje się, że sprawa nie jest prosta. Biologia najczęściej definiuje życie wskazując na jego zdolność do: wzrostu, reprodukcji, reakcji na środowisko i przystosowania się poprzez ewolucję.

Ale te kryteria nie są w stanie uchwycić pełni skomplikowania i różnorodności życia na naszej planecie. Istnieją formy życia, jak wirusy, które nie spełniają wszystkich tych warunków. Stąd też wielka debata, czy są one żywe, czy nie. Co więcej, przyszłe formy życia, takie jak sztuczna inteligencja, mogą zacząć spełniać wymyślone przez nas kryteria, ale czy rzeczywiście będzie je można uznać za żywe? A może po prostu w przyszłości będziemy musieli zmienić nasze postrzeganie tego, co uważamy za życie? Książka Januarego Weinerja i Januarego Weinerja 3 oferuje przegląd poglądów dotyczących tego, czym jest życie i jak mogło się wykształcić na naszej planecie. © KK



■ **Walter Isaacson**
KOD ŻYCIA.
JENNIFER DOUDNA,
EDYCJA GENÓW
I PRZYSZŁOŚĆ
LUDZKOŚCI
Wydawnictwo
Insignis

Żywoć naukowej rewolucjonistki

NATRAFIŁEM KIEDYŚ na opinię, że najbardziej surrealistycznym aspektem w powieści „Diuna” Franka Herberta jest Głos, który pozwalał członkiniom zakonu Bene Gesserit manipulować słuchaczem w taki sposób, że ten nie mógł stawić oporu ich poleceniom. Taka opinia wydała mi się zaskakująca – mówimy o dziele, w którym istnieje gwiazdne imperium, a pustynie Arrakis przemierzają gigantyczne czerwie. Tymczasem codziennie używamy słów, by wpływać na ludzi, a w historii mamy przykłady wielu postaci, które swoją mową potrafiły zaczarować tłumy. Na losy innych możemy wpływać także poprzez książki. Wielu naukowców przyznaje, że istnieje ta jedna, wyjątkowa publikacja, która zaważyła na ich przyszłości i skierowała ich na ścieżkę danej specjalizacji. Przykładem może być Jennifer Doudna, współtwórczyni techniki modyfikacji genów CRISPR-Cas9 i laureatka Nagrody Nobla, dla której inspiracją była „Podwójna helisa” Jamesa Watsona – współodkrywcy struktury DNA. W biografii Doudny zatytułowanej „Kod życia” Walter Isaacson przedstawia życiorys tej niezwykle badaczki i przybliża odkrycia dokonane przez jej zespół. Opisując rywalizację w świecie nauki i zawitości związane z przyznaniem praw patentowych, Isaacson wciąga czytelnika w opowieść rodem z thrillera. Ciekawe, ilu czytelników, dzięki poznaniu historii Doudny, wyczuje u siebie pasję do nauki i postanowi podążać podobną jak ta biochemiczna drogą. © KK



→ filozofii nauki. Tacy myśliciele jak William Bechtel (ur. 1951), Carl Craver (ur. 1969) czy Gualtiero Piccinini (ur. 1970) przekonują, że najlepszą drogą do zrozumienia złożonych systemów – w tym mózgu i umysłu – jest poszukiwanie ich wewnętrznych mechanizmów. Ale uwaga – nie chodzi tu o proste, zegarowe mechanizmy rodem z XVII w. Nauka posługuje się nowym pojęciem mechanizmu – jako zorganizowanego procesu, którego struktura części i oddziaływań odpowiada za interesujące nas zjawiska. Pojęcie mechanizmu występuje często w naukach o życiu – gdzie teoria ewolucji ostatecznie wyrugowała już pozostałości witalizmu wiążącego organizmy z rzekomą iskrą życiową. Pojawia się też w naukach społecznych, kognitywistyce, inżynierii. Wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia ze strukturami przyczynowymi.

Mechanicyzm 2.0 nie rości sobie już prawa do wyłączności – jest jasne, że nie wszystko wyjaśnimy w kategoriach mechanistycznych. Kiedy pytamy, dlaczego należy normy prawne interpretować tak, a nie inaczej, odwołujemy się do idealnej racjonalności wyidealizowanego prawodawcy, a nie do faktycznego przebiegu procesów stanowienia prawa. Współcześni mechanicyści nie mają też ambicji, żeby mechanistycznie wyjaśniać wszystkie zjawiska fizyczne. Pojęcie mechanizmu staje się zaś bardzo ogólne: wystarcza przyczynowo zorganizowana struktura procesu odpowiedzialna za jakies zjawisko, aby można mówić o mechanizmie.

Nowe pytania, stare odpowiedzi

Uderzająca jest plastyczność i adaptacyjność samego pojęcia „mechanizm”. Zaczynaliśmy od prostych układów przestrzennych – kół zębatych, dźwigni, sprężyn, które może opisać kartezjańska geometria. Wraz z rozwojem technologii nasze wyobrażenia o mechanizmach ewoluowały – od zegarów i automatów, przez maszyny parowe i silniki, po komputery i sieci neuronowe. Za każdym razem nowe narzędzia dostarczały nowych modeli służących do rozumienia świata.

Ta ewolucja pojęciowa szła w parze z postępującym poszerzaniem zakresu mechanistycznych wyjaśnień. Od najprostszyc odruchów i zachowań, przez

W XX w. geny zaczęto rozumieć jako nośniki informacji podlegające bezlitosnym prawom doboru naturalnego, niczym trybiki w maszynie życia. Tak oto biologia wkroczyła w erę mechanicyzmu.

percepcję i pamięć, po język, rozumowanie, a nawet świadomość – kolejne bastiony umysłu padały pod naporem redukcjonistycznych teorii. Oczywiście, nie bez oporów i kontrowersji. Wciąż toczy się debata, czy mechanicyzm potrafi uchwycić to, co w umyśle najbardziej zagadkowe. Sceptycy argumentują, że zawsze pozostanie jakaś niewyjaśniona reszta, wymykająca się obiektywizacji. Ale zwolennicy nie tracą nadziei – wierzą, że w miarę postępu nauki i techniki zakres mechanistycznego wyjaśnienia będzie się poszerzał, aż obejmie wszystko, nawet całość naszego życia psychicznego.

Czy mają rację? Czy czeka nas świt ery, w której umysł zostanie ostatecznie zredukowany do algorytmów i równań? Trudno wyrokować, gdyż żadna teoria naukowa nie jest odporna na ząb czasu i może ulec rewizji czy nawet zostać porzucona. Ale jest kilka powodów do ostrożnego optymizmu. Po pierwsze, dotychczasowe sukcesy podejścia mechanistycznego – od odkrycia odruchów, przez teorie przetwarzania informacji, po współczesne modele kognitywne. Po drugie, postęp w dziedzinach takich jak neuronauka obliczeniowa, uczenie maszynowe czy robotyka, dostarczający coraz lepszych narzędzi do badania i symulowania procesów umysłowych. I po trzecie, sama atrakcyjność i płodność mechanistycznej wizji – jej wielka moc inspirowania nowych pytań, eksperymentów, teorii.

© MARCIN MIŁKOWSKI



**UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE**

Wyjątkowe miejsce na mapie Krakowa

- materiały promocyjne z oficjalnym logo UJ
- pyszna kawa
- smaczne ciasto

WKRÓTCE OTWARCIE
ul. Floriańska 49, Kraków

Narzędzia starsze niż człowiek

ŁUKASZ KWIATEK

Jest w tym coś kojącego i przywracającego proporcje: choć żyjemy w epoce sztucznej inteligencji, to by odpowiedzieć na naprawdę fundamentalne pytania, trzeba wyjechać na afrykańską sawannę, wziąć do rąk łopatę i zacząć kopać w ziemi.

Tak, kopię dziury. Wyciągam z nich kamienie i kości – wyjaśnia paleoantropolog Thomas Plummer. – Muszę kopać głęboko, bo interesują mnie bardzo stare ślady naszej przeszłości, najczęściej uwiecznione pod wieloma warstwami osadowymi. Większość roku spędzam w budynkach, dlatego cieszę się, gdy mogę popspacerować w afrykańskim słońcu i trochę pogrzebać w ziemi – dodaje.

Profesor Plummer, jeden z głównych gości tegorocznego Copernicus Festival, szuka w Afryce obrobionych kamieni i kości, których wiek dochodzi nawet do 3 mln lat. To zagadkowy czas w naszej ewolucyjnej historii. Jeszcze przed dekadą uważaliśmy, że dzieje naszego rodzaju zaczynają się najwyżej 2,5 mln lat temu, bo nie znaleźliśmy artefaktów czy ludzkich kości, które byłyby wyraźnie starsze. Zidentyfikowaliśmy za to całe stado różnorodnych dwunożnych małp – nawet dziesięć gatunków australopiteków i podobnych do nich, choć bardziej masywnych, parantropów – które już 3-4 mln lat temu rozeszły się po całej Afryce: od terenów Czadu na północy, po Etiopię na wschodzie i RPA na południu.

Te istoty nie miały jeszcze zbyt rozrośniętych mózgow – ich rozmiary mieściły się w granicach tego, co obserwujemy u współczesnych małp człowiekowatych (szympansov, goryli, orangutanov). Zaś ich dieta musiała być oparta głównie na roślinach, a nie na bardziej kalorycznym mięsie, do którego szerszy dostęp mógł umożliwić ludziom dynamiczny rozwój mózgu i zmianę stylu życia. Wśród znanych nam australopitekov i parantropov prawdopodobnie znajdowali się nasi bezpośredni przodkowie, ale które

dokładnie z tych małp nimi były – na to pytanie nie znamy jeszcze odpowiedzi. Badania Thomasa Plummera i innych paleoantropologov przekonują zaś, że o te odpowiedzi nie będzie łatwo.

Narodziny rodzaju

Pierwszym tradycyjnie wymienianym w podręcznikach do historii gatunkiem człowieka jest *Homo habilis*. Ten gatunek narodził się dokładnie 60 lat temu – przynajmniej w kulturze. Właśnie tę nazwę, oznaczającą „człowieka zręcznego”, zaproponowali Louis Leakey i współpracownicy w artykule opublikowanym w „Nature” w kwietniu 1964 r. *H. habilis* został opisany na podstawie skamieniałości znalezionych przez Mary Leakey – fragmentu sklepienia czaszki, dobrze zachowanej zuchwy, a także kilku kości dłoni, stóp i pojedynczych zębów – podczas wykopalisk prowadzonych w wąwozie Olduvai na terenie Tanzanii. Część z tych znalezisk pochodziła ze stanowiska określanego jako FLK – to skrót od nazwiska pierwszej żony Louisa, Fridy Leakey, która natknęła się na to miejsce trzy dekady wcześniej, krótko przed tym, jak Louis zostawił ją samą z dwójką ich małych dzieci, by związać się z Mary. Obie swoje partnerki Leakey poznał zresztą w identycznych okolicznościach – gdy poszukiwał ilustratorek rycin do swoich kolejnych książek, opisujących najdawniejsze etapy epoki kamienia. To właśnie dzięki badaniom tego okresu naszej przeszłości kilka pokoleń członków rodziny Leakeyov na zawsze zapisało się w historii nauki.

Pięć lat przed „narodzinami” *H. habilis*, w 1959 r., Mary Leakey odnalazła w FLK inną skamieniałość: dobrze zachowaną,

masywną czaszkę małpoluda z groteskowo dużymi zębami trzonowymi, świetnie nadającymi się do miażdżenia i rozcierania pokarmu roślinnego. Do tego niezwykłego okazu przylgnęły dwa imiona: Zinj oraz The Nutcracker (czyli swojski dziadek do orzechov), a także nazwa gatunkowa *Paranthropus boisei*.

Oba te odkrycia – *P. boisei* i *H. habilis* – są ważne dla zrozumienia naszych początkov. Nie tylko dlatego, że opisane zostały na podstawie skamieniałości liczących blisko 2 mln lat, a więc pochodzą z okresu, w którym nasz rodzaj zapewne wkroczył już na swoją własną ewolucyjną ścieżkę. Drugim powodem jest to, iż w tym samym miejscu, w którym znaleziono te skamieniałości, Leakeyowie zidentyfikowali wcześniej (już w latach 30. XX w.) prastare narzędzia wykonane techniką, którą nazwali olduwajską.

Jeszcze przed dekadą była to najprostsza znana technologia. By stworzyć narzędzie olduwajskie, należy energicznie uderzyć trzymanym w jednej dłoni kawałek skały – tzw. rdzeń – w pobliżu jego krawędzi innym twardym kamieniem trzymanym w drugiej dłoni, działającym niczym młot. Od rdzenia można w ten sposób oderwać cieńsze odłupki, które przydadzą się do przecinania miękkich materiałów, grzebania w ziemi lub skrobania. Także rdzeń, od którego oderwano jeden lub kilka odłupkov, nabierze ostrości i będzie się nadawał do różnych czynności – np. ścinania grubszych gałęzi czy miażdżenia kości zwierząt. Wykonanie narzędzi techniką olduwajską nie jest banalne – nawet współcześni *H. sapiens* muszą uczyć się potrenować (o czym sam się przekonałem), by uzyskać efekt, którego nie powstydzilyby się pradawne

MICHAŁ DYAKOWSKI



małpy – ale nie wymaga nadzwyczajnej precyzji czy cierpliwości, które były już konieczne do tworzenia młodszych i bardziej zaawansowanych artefaktov (tzw. narzędzi aszelskich, poddawanych kilku-etapowej obróbce).

Ofiara czy przodek?

Przez trzy dekady Mary i Louis Leakeyowie organizowali wyprawy do wąwozu Olduvai, by znaleźć twórcę tamtejszych narzędzi. Gdy w końcu udało im się odkryć najpierw *P. boisei*, a potem *H. habilis*, gatunki te stały się naturalnymi kandydatami na naszych protoplastov. W nauce dominował wówczas pogląd, iż wytwarzanie narzędzi to właśnie ta cecha, która wyróżnia człowieka spośród wszystkich zwierząt. Dopiero z czasem tym przekonaniem zachwiała słynna podopieczna

Louisa Leakey – Jane Goodall – która zaobserwowała, że żyjące na wolności szympany na co dzień wytwarzają narzędzia z łodyg, gałęzi i liści, by łatwiej czerpać wodę czy „łowić” termity – ceniony przez nie przysmak. Relacje łączące *P. boisei* i *H. habilis* mogły być nawet bardziej pogmatwane niż życie rodzinne twórcy tych taksonov. W 1959 r. Louis Leakey był skłonny uznać właśnie Zinj (*P. boisei*) za autora narzędzi olduwajskich. Gdy jednak pojawił się *H. habilis*, którego szczątki wyglądają nieco mniej małpko, cała chwała przypadła właśnie jemu i to ten gatunek zapisał się w podręcznikach do historii jako pierwszy człowiek. Zaś biedny Zinj został przez Leakeyę w przywołanym już tekście z „Nature” zdegradowany do roli zwyczajnego małpoluda i przypadkowego przechodnia na tere-

Historia zapisana w kamieniu

WSPÓŁCZESNA PALEOANTROPOLOGIA

pokazuje, że o ewolucji człowieka nie powinniśmy myśleć w sposób liniowy, jak to często bywa przedstawiane w podręcznikach – iż jeden gatunek posłusznie przechodzi w czasie w kolejną, bardziej zaawansowaną formę (np. *H. habilis* w *H. erectus*). Naszych odległych przodkov szukamy wśród ruchliwych, dwunożnych małp, zdolnych radzić sobie z wyzwaniem środowiska przy pomocy technologii. Nic dziwnego, że populacje tych małp mogły na siebie wpadać i od siebie czerpać – że dochodziło wśród nich do przepływu genov i transmisji kulturowej. Dlatego nie możemy być pewni, z której konkretnie grupy australopitekov i parantropov wywodzą się pierwsi ludzie. Być może kilka z nich musiało wnieść swój biologiczny i kulturowy wkład, by w końcu wyłonił się człowiek.

Badania **PROF. THOMASA PLUMMERA**, paleoantropologa z Uniwersytetu Miejskiego w Nowym Jorku, który analizuje prastare kości i kamienie, rzucają wiele światła na nasze początki. Dokonane przez niego odkrycia przekonują, że przez lata mogliśmy być wyjątkowo zarozumiali, uznając, iż najstarszą technologię stworzyliśmy sami. Dziś wydaje się bardziej prawdopodobne, że odziedziczyliśmy ją po małpich przodkach.

nach zamieszkiwanych przez pierwszych ludzi. A nawet do ich potencjalnej ofiary.

Zaliczenie *H. habilis* do rodzaju ludzkiego sześć dekad temu było jednak kontrowersyjne – i zresztą nadal takie jest; wielu badaczy do dziś woli określać te same skamieniałości mianem *Australopithecus habilis*. W latach 60. większość uczonych przyjmowała, że ludzie to istoty posiadające mózgi o objętości przynajmniej 0,7-0,8 litra (nasze współczesne mózgi mają rozmiary ok. 1,2-1,5 litra). Jeśli znalezione skamieniałości hominidov nie spełniały tego warunku, mówiono wówczas o australopitekach („małpach południowych”) lub parantropach („paraludziach”). Ok. 0,8-litrowy mózg miał już *H. erectus*, którego szczątki odkrył w Indonezji holenderski pionier paleoantropologii Eugene Dubois, jeszcze →



■ **Elsa Panciroli**
BESTIE, KTÓRE
ŻYŁY PRZED NAMI
Wydawnictwo
Prószyński i S-ka

Nieznana historia ssaków

W POWSZECHNYM mniemaniu dominuje pogląd, że supremacja ssaków na Ziemi rozpoczęła się niedługo po wydarzeniu, które doprowadziło do wyginięcia nieptasich dinozaurów 66 mln lat temu. Zaś zanim to nastąpiło, nasi niepozorni, płochliwi przodkowie żyli w cieniu majestatycznych gadów, ukrywając się w norach i wychylając z nich nosy jedynie nocą. Tymczasem historia naszej gromady jest znacznie dłuższa i ciekawsza. W swojej książce „Bestie, które żyły przed nami” paleontolożka Elsa Panciroli rzuca światło właśnie na te mało znane początki ssaków. Okazuje się, że pierwsi przedstawiciele naszej gromady pojawili się już w późnym triasie, około 200 mln lat temu. Na długo przed tym, jak dinozaury stały się dominującymi stworzeniami na Ziemi, ssaki nie tylko już istniały i ewoluowały, ale rywalizowały z gadami o dominację. Żyjąc w świecie wielkich gadów, wczesne ssaki nabrały cech, które pomogły im opanować ekosystemy, gdy dinozaury wymarły. Tę swoją drugą szansę ssaki wykorzystały, stając się bardzo różnorodną i świetnie prosperującą grupą, która obejmuje wszystko od najmniejszych grzyboni po największe wieloryby, a także nas – ludzi. Historia ssaków, jak pokazuje Panciroli, jest pełna niespodziewanych zwrotów i fascynujących adaptacji, które pozwoliły im przetrwać i odnieść sukces w ciągle zmieniającym się świecie. © KK

→ pod koniec XIX w. Dziś nikt nie wątpi, że *H. erectus*, który w zapisie kopalnym pojawia się blisko 2 mln lat temu (jego afrykańska odmiana funkcjonuje też jako *H. ergaster* – „człowiek pracujący”), to już przedstawiciel naszego rodzaju.

H. habilis miał mniejszy mózg niż *H. erectus* – jego objętość mogła sięgać 0,5-0,6 litra. Dlatego Leakey argumentował, że nasze kryteria człowieczeństwa były zbyt ambitne i to inne cechy powinny decydować o tym, czy dana istota należy do naszego rodzaju. Rozstrzygać miała nie tylko anatomia czaszki, ale także bardziej zręczne dłonie oraz styl życia – przede wszystkim umiejętność wytwarzania narzędzi olduwajskich. Tak oto narodził się pierwszy człowiek: co prawda nie wyglądał zbytnio jak człowiek, ale prawdopodobnie wytwarzał narzędzia z kamienia – a przecież z definicji to mógł robić tylko człowiek.

Kto zjadł nosorożce

W 2015 r. przekonanie o tym, że to człowiek musiał zapoczątkować epokę kamienia, zostało jednak solidnie podkopane. Francuska paleoantropolożka Sonia Harmand wraz z zespołem opisała znalezione na stanowisku Lomekwi w Kenii kamienie, które zostały poddane obróbce już 3,3 mln lat temu.

– Technika lomekwiańska – tłumaczy prof. Plummer – różni się od olduwajskiej. Mówimy o znacznie większych narzędziach. Żeby je wykonać, trzeba jeden kawałek skały chwycić w obie dłonie i uderzyć nim w inny kawałek skały, leżący na ziemi. W ten sposób można doprowadzić do powstania odłupków. Mogły one służyć do podobnych aktywności jak narzędzia olduwajskie, ale najczęściej narzędzia te stosowano do miżdżenia. Znamy je tylko z jednej lokalizacji i być może mamy do czynienia z eksperymentem. Ta technika mogła się pojawić w jakiejś populacji, a potem zniknąć bezpowrotnie – dodaje badacz.

Również w 2015 r. świat dowiedział się o kawałku zuchwy ze stanowiska Ledi-Geraru w Etiopii, którą inny zespół paleoantropologów datował na ok. 2,8 mln lat i przypisał do niesprecyzowanego gatunku człowieka. Zachowane w niej zęby w pewnych szczegółach bardziej niż zęby australopiteków i parantropów przypominają zęby młodszych gatunków zaliczanych do człowieka. Możliwe więc, że

trafililiśmy na ślad populacji, z której wywodzą się „pełnoprawni” ludzie – choć nie wiemy, rzecz jasna, niczego na temat innych aspektów anatomii tych istot, w tym rozmiaru ich mózgu. Pod tym kątem mogły się one zupełnie nie odróżniać od australopiteków i parantropów.

W Ledi-Geraru znaleziono także narzędzia olduwajskie pochodzące sprzed ok. 2,6 mln lat. Gdybyśmy przyjęli, że takie narzędzia mógł wykonać tylko człowiek, to uzasadniłoby to zaliczenie zuchwy z Ledi-Geraru do naszego rodzaju. Ale w ostatnich latach znaleźliśmy więcej dowodów na to, że techniką olduwajską posługiwały się także istoty, które wykluczyliśmy z grona ludzi.

Najważniejszego jak dotąd odkrycia Thomas Plummer dokonał na stanowisku Nyayanga w Kenii. W lutym ubiegłego roku w „Science” razem ze współpracownikami opisał pochodzące z Nyayangy narzędzia olduwajskie, wykonane w okresie od 2,6 do 3 mln lat temu. To odkrycie nie tylko przesunęło czas pojawienia się tej technologii, przybliżając ją do okresu, z którego znamy technikę lomekwiańską. Zespół Plummera odkrył w Nyayanga także przynajmniej dwa równie stare jak te narzędzia szkielety nosorożców, na których jakieś hominidy ucztowały – zachowały się na nich ślady nacięć. Z tej lokalizacji nie są znane żadne skamieniałości zaliczane do rodzaju ludzkiego, za to w pobliżu narzędzi i szkieletów poszlachtowanych nosorożców Plummer i współpracownicy odkryli kilka zębów parantropów. To silna poszlaka, iż to właśnie te dwunożne małpy opanowały technikę wytwarzania narzędzi olduwajskich i używały ich do filetowania nosorożców – być może nawet upolowanych własnoręcznie, choć bardziej prawdopodobne, że przez inne drapieżniki.

– Nie jest łatwo rozstrzygnąć, jaka istota wykonała dane artefakty, bo one nie umierały z narzędziami trzymanymi w ręku. A nawet jeśli tak umierały, to niestety ich szkielety nie zachowały się do naszych czasów w takim stanie – podsumowuje prof. Plummer. – Coraz więcej przemawia jednak za tym, że narzędzi olduwajskich używało kilka różnych gatunków hominidów, nie tylko te zaliczane do ludzi. Mogło być tak, że technika ta rozprzestrzeniła się drogą kulturową między populacjami hominidów,

Zaliczenie *Homo habilis*

do rodzaju ludzkiego było kontrowersyjne.

Do dzisiaj wielu badaczy **woli używać nazwy Australopithecus habilis.**

a także między różnymi gatunkami. W końcu wyszła także poza Afrykę – dodaje Plummer.

Dotarły również na nasz kontynent. W jaskiniach hiszpańskiej Atepuerki (na stanowisku Gran Dolina), w warstwie pochodzącej sprzed blisko miliona lat, powiązanej z gatunkiem *H. antecessor*, znaleziono narzędzia nieodróżnialne od tych pochodzących z Kenii i starszych o dwa miliony lat. Ten długi brak postępu nie musi źle świadczyć o *H. antecessor* – to narzędzia olduwajskie były tak uniwersalne, że długo nie wymagały rewolucji.

Skąd się wzięliśmy

To dobry moment, by podsumować, czego wciąż nie wiemy o naszych początkach. Po pierwsze: czy tylko ludzie wytwarzali narzędzia z kamienia. Wydaje się, że nie, bo ani techniki lomekwiańskiej, ani najstarszych narzędzi z Nyayangy jak dotąd nikomu nie udało się powiązać z ludzkimi skamieniałościami. Najstarsze skamieniałości bezsprzecznie zaliczane do rodzaju ludzkiego odbiegają od najstarszych narzędzi w czasie o setki tysięcy lat. Nawet licząca 2,8 mln lat zuchwa z Ledi-Geraru – formalnie opisywana jako ludzka – nie musiała wcale należeć do stworzenia, w którym większość badaczy dostrzegłaby człowieka.

Po drugie, trudno powiedzieć, która populacja hominidów dała początek naszemu rodzajowi. Być może dni *H. habilis* jako człowieka są policzone, skoro nie różni się on przesadnie wielkością mózgu ani stylem życia od australopiteków i parantropów. Zwłaszcza że czasy występowania *H. habilis* i *H. erectus* (*H. ergaster*) nachodzą na siebie. W 2007 r. Louis Leakey, księżna de Marode (to wnuczka Louisa i Mary) wraz z zespołem opisała znalezione nad jeziorem Turkana i pochodzące sprzed 1,5 mln lat temu frag-



■ **Joanna Kuciel-Frydryszak**
CHŁOPKI
Wydawnictwo
Marginesy

Kim były nasze babcie

PRZEZ WIEKI egzystencja na wsi była synonimem ubóstwa, braku edukacji, brutalności oraz nieustającej, mozolnej pracy. Niby wszystko to wiemy, ale przeszłość ta wydaje się być tak odmienna od naszej rzeczywistości, że aż trudno ją sobie wyobrazić. Ilu z nas potrafi pojąć, co oznacza tęsknota za posiadaniem choćby jednej pary obuwia? Dzięki książce „Chłopki. Opowieść o naszych babkach” Joanny Kuciel-Frydryszak możemy nieco lepiej zrozumieć ten dawny świat. Autorka zabiera nas w podróż w czasie do schyłku XIX w. i początków XX w., oferując wgląd w życie kobiet żyjących na wsi, i nadaje twarze naszym babkom i prababkom, przybliżając ich często trudne losy. To zaś pozwala nam nie tylko lepiej zgłębić naszą historię, ale także lepiej zrozumieć siebie samych. Ta książka to most łączący przeszłość z teraźniejszością i zaproszenie do refleksji nad zmieniającą się rolą kobiet w społeczeństwie. To także przypomnienie, że historia nie składa się wyłącznie z dat i wydarzeń, ale przede wszystkim z ludzkich doświadczeń, emocji i aspiracji. Kuciel-Frydryszak z wielką wrażliwością i szacunkiem odkrywa przed nami życie kobiet, które mimo ograniczeń i trudności wykazały się niezwykłą siłą i determinacją. Ich historie są świadectwem nie tylko przetrwania, ale i zdolności do odnalezienia radości i sensu w codzienności. „Chłopki” to również zaproszenie do dialogu międzypokoleniowego, do zrozumienia, że przeszłość ma bezpośredni wpływ na naszą teraźniejszość i przyszłość. © KK

Więcej niż drony

LARS CHITTKA, BADACZ UMYŚLÓW OWADÓW:

Zebrałiśmy dowody na to, że pszczoły mogą odczuwać emocje i są świadome. To nie tylko ciekawostka naukowa. To również nasze etyczne zobowiązanie.

BARTOSZ BARAN: Spotkałeś kiedyś genialną pszczołę lub trzmiela?

LARS CHITTKA: W każdym bardziej złożonym eksperymencie widziałem osobniki rozwiązujące postawione przed nimi zadanie w nieoczekiwany sposób. Kiedyś trenowaliśmy pszczoły do ciągnięcia za sznurek w celu uzyskania sztucznego kwiatu, który był prezentowany pod przezroczystą osłonką. Wytrenowaliśmy prawdopodobnie kilkaset pszczoł, ale dwie z nich zdołały rozwiązać to zadanie spontanicznie, bez żadnego treningu. Istnieje zatem elitarna mniejszość pszczoł-Einsteinów.

Mogę przytoczyć jeszcze jedną zabawną obserwację. Zainteresoowało nas pytanie, czy mierzona w laboratorium szybkość uczenia się pszczoł – kojarzenia kolorów kwiatów z jakąś nagrodą – przekłada się na lepszą skuteczność żerowania na naturalnych kwiatkach.

Okazało się, że tak. Pszczoły szybciej uczące się w laboratorium były również lepsze w zbieraniu nektaru z kwiatów w warunkach naturalnych. Chcąc to zmierzyć, musieliśmy łapać pszczoły i ważyć je w momencie odlotu i ponownie, gdy lądowały, wracając z lotów żerowskich z dzikich kwiatów, od pół do półtorę godziny później. Mogliśmy wtedy powiedzieć: o, ta pszczoła zebrała 100 mikrogramów nektaru podczas lotu.

Większość pszczoł początkowo opiera się schwytności do małego pojemnika. Mieliliśmy jednak jedną, która nauczyła się latać bezpośrednio do pojemnika. Za każdym razem, gdy wracała z lotu, nawet jeżeli trzymaliśmy pojemnik w powietrzu kilka metrów od ula, wlatywała do niego i oczekiwała, że będzie to środek transportu publicznego, którym wróci do kolonii. To był tylko jeden osobnik, ale zawsze to robił.

Czemu zająłeś się badaniem owadów? Od zawsze się nimi interesowałeś czy tak po prostu wyszło?

Przypadek często odgrywa ważną rolę, ale istotni są także nauczyciele, którzy nas inspirują. Już jako dziecko interesowałem się zachowaniem zwierząt i psychologią człowieka, choć nie owadami. Przypadek nastąpił, gdy rozpocząłem studia licencjackie na Uniwersytecie

w Getyndze w zachodnich Niemczech. Szybko znudziło mnie tamtejsze życie nocne.

Pomyślałem więc, by przenieść się do Berlina Zachodniego, który w tamtym czasie był wyspą pośrodku Niemiec Wschodnich. Zapytałem o to profesora z Getyngi, a on stwierdził, że to beznaziejny pomysł. Uważał, że Wolny Uniwersytet Berliński jest okropny i że zajmują się tam wyłącznie snuciem rewolucyjnych planów.

Jednak po chwili podrapał się po głowie i powiedział: „Myślę, że jest tam jednak jedno dobre laboratorium – pracują nad pszczołami”. W młodzieńczym optymizmie pomyślałem, że jedno laboratorium jest w porządku, to mi wystarczy, więc pa pa, lecę do Berlina. Rzeczywiście, to było bardzo dobre laboratorium. Wtedy po raz pierwszy zajrzałem do ula. Wielu ludzi zobaczyłoby po prostu pudełko pełne owadów, ale dla mnie było to coś w rodzaju spojżenia na obcą cywilizację. Od razu mnie to zafascynowało i wciągnęło.

Badania nad umysłami pszczoł zaczęte od ich percepcji kolorów, ale odkryłeś także szybko, że pszczoły mają pewne zdolności numeryczne.

To był nasz poboczny projekt. Razem z innym doktorantem trenowaliśmy pszczoły do latania wzdłuż serii identycznych punktów orientacyjnych – czworokątów namiotów – na pewnym dystansie. Odkryliśmy, że po zwiększeniu liczby punktów orientacyjnych pszczoły dolatywały na krótszą odległość. Natomiast kiedy zmniejszyliśmy liczbę punktów orientacyjnych, latały dalej.

To był pierwszy dowód na to, że pszczoły potrafią liczyć?

Tak. Również pierwszy dowód na istnienie takiej umiejętności u jakiegokolwiek bezkręgowca. Nie było wcześniejszych publikacji naukowych na ten temat. Ludzie byli świadomi występowania u owadów zdolności do kojarzenia, na przykład koloru kwiatów z ilością produkowanego nektaru i pyłku, ale nikt nie sądził, że mogą posiadać tak zaawansowane umiejętności poznawcze.

A co dzisiaj już wiemy o ich umysłach?

Wiemy, że pszczoły są w stanie rozpoznawać obrazy ludzkich twarzy, mogą kategoryzować obiekty na podstawie podobieństwa, uczą się prostych pojęć, takich jak jednakowość i inność, potrafią wykorzystywać przedmioty jako narzędzia, a nawet uczyć się poprzez obserwację innych osobników. Odkrycia dotyczące inteligencji pszczoł w ostatnich dziesięcioleciach, nie tylko naszego zespołu, zrewolucjonizowały to, co ludzie uważają za osiągalne dla posiadaczy miniaturowych mózgow.

Oczywiście, u owadów właściwie wszystko jest inne – ich światy percepcyjne, ich komunikacja, która często odbywa się za pośrednictwem substancji chemicznych czy wibracji podłoża. Wartość ich umysłów też jest inna. Z badaniem ich jest trochę jak z badaniem komatów.

Opowiedz o tych różnicach.

Owady widzą świat inaczej niż my. Wszystkie owady widzą światło ultrafioletowe, na które my jesteśmy niewrażliwi. Na wielu kwiatkach istnieją niewidoczne dla nas wzory. Tam, gdzie my widzimy jednolitą żółć, pszczoła może widzieć dwa różne kolory, w zależności od tego, czy niektóre części kwiatu odbijają ultrafiolet, czy nie.

Pszczoły widzą również polaryzację światła. Jest to kierunek, w którym oscy-

luje fala świetlna. Na niebie widoczny jest – choć nie dla nas – cały wzór polaryzacji, który pozwala im zrekonstruować pozycję słońca, nawet jeśli samo słońce nie jest dostrzegalne. Warto sobie uświadamiać, że świat, którego doświadczamy, nie jest prawdziwym fizycznym światem. To, co postrzegamy, jest filtrowane przez charakterystykę poszczególnych zmysłów, w które zostaliśmy wyposażeni w trakcie ewolucji, a które różnią się skrajnie u innych zwierząt.

To samo dotyczy pozostałych modalności sensorycznych – np. węchu. Pszczoły mogą wyczuć dwutlenek węgla, który dla nas jest całkowicie bezwonny. To ważna dla nich zdolność, bo jeśli ul staje się przepelniony lub za słabo wentylowany, to cała kolonia może się udusić. Pszczoły muszą aktywnie podejmować wysiłki w zakresie kontroli mikroklimatu ula.

Ich komunikacja także nie przypomina naszej.

Pszczoły mogą informować swoje siostry o odległościach i kierunkach od ula. Jeżeli jesteś pszczołą i znalazłeś bardzo dobre źródło pożywienia, trzy kilometry na północny wschód od ula, to możesz wrócić do kolonii i powiedzieć o tym innym pszczołom: „idź trzy kilometry w kierunku północno-wschodnim”.

Zwiadowcy robią to w całkowitej ciemności ula, nie używając wokalizacji, ale ruchów ciała. Poruszają się w ściśle określony sposób po pionowym plastrze miodu, a ponieważ ruch ten składa się z powtarzających się elementów, nierzadych kroków, nazywa się go tańcem pszczoł miodnych. Pozostałe pszczoły w całkowitej ciemności muszą ten taniec wyczuć. Podążają za tancerką, dotykają ją i śledzą wykonywane układy. W ten sposób dekodują przekazywane informacje i zapamiętują je. W ruchach tancerki zawarte są dokładne wskazówki, jak dotrzeć do miejsca docelowego.

Jak wygląda w praktyce praca z pszczołami?

Z niektórymi gatunkami można łatwo pracować ze względu na ich styl życia jako zapylaczy. Najczęściej nagradzamy pszczoły małymi kroplami wody z cukrem, odpowiadającymi nektarowi kwiatowemu w naturalnym środowisku.

Dopóki jest woda z cukrem, pszczoły chętnie wracają do naszych zadań, i co →

Jak działają umysły owadów

BADANIA PROF. LARSA CHITTKI

przekonują, że nawet maleńkie pszczoły mogą skrywać bardzo złożone umysły – zdolne do przeżywania emocji, odczuwania bólu czy różnych form uczenia się. W laboratorium pochodzącego z Niemiec badacza, znajdującego się na Queen Mary University of London, pszczoły i trzmielie współpracowały przy otwieraniu skrytek ze smakołykami czy wtaczały piłki do bramek na miniaturowym boisku. Podczas Copernicus Festival prof. Chittka wyjaśni, dlaczego kartezjański przesąd – iż owady to genetycznie zaprogramowane biologiczne maszyny – jest w świetle współczesnej wiedzy nie do utrzymania.



■ **Lars Chittka**
PSZCZOŁY
CCPress

To nie są maszyny!

PSZCZOŁY często postrzegane są jako istoty zaprogramowane jedynie do mechanicznego wykonywania kilku ledwie czynności. W rzeczywistości posiadają zdumiewające zdolności, które daleko wykraczają poza zapylanie, produkcję miodu i opiekę nad larwami. Lars Chittka w książce „Pszczoły” odkrywa tajemnice niezwykłych umysłów tych owadów, ukazując, że są one zdolne do rozpoznawania wzorców i twarzy, odczuwania emocji, a nawet postępowania się prostymi narzędziami. Pszczoły potrafią liczyć, rozwiązywać skomplikowane problemy i uczyć się przez naśladowanie.

Ich mózg, choć niewielki, jest niezwykle plastyczny i potrafi dostosować się do nowych, nawet ekstremalnych warunków. W przestrzeni kosmicznej, na pokładzie promu, pszczoły zademonstrowały swoje zdolności adaptacyjne, konstruując idealnie symetryczne plastry miodu mimo braku grawitacji. Ta umiejętność uczenia się i dostosowania swojego zachowania do warunków środowiska jest dowodem na to, że pszczoły są dalekie od bycia prostymi owadziemi maszynami. Ich zachowania i mechanizmy przystosowawcze mogą dostarczyć cennych wskazówek inżynierom z dziedziny robotyki czy sztucznej inteligencji. Ponadto, ich rola w ekosystemie jako zapylaczy jest nieoceniona, a ich zdolność do produkcji miodu nie tylko ostadza nasze życie, ale również przyczynia się do utrzymania zdrowia i bioróżnorodności na naszej planecie. Pszczoły bez wątpienia zasługują na naszą uwagę – i troskę. © KK

→ więcej, nigdy się nie nasycają, w przeciwieństwie do samotnie żyjących owadów, ssaków czy ryb. Jeśli pracujesz z takimi gatunkami, to zwierzęta zwykle się najadają i przestają być zainteresowane twoim eksperymentem. Natomiast w przypadku pszczoł społecznych, gdy ich brzuch jest pełny, lecą do domu, do gniazda, wyładowują wszystko, co zebrały, i wracają. Mogą to robić przez 8, 10 czy 12 godzin bez przerwy. Są więc zmotywowanymi zwierzętami, które wręcz angażują się w badania.

W przypadku pszczoł społecznych hoduje się całe rodziny. Badacz ma wiele osobników do dyspozycji i łatwo może zebrać wystarczająco dużo danych. Minusem jest to, że pszczoły najprawdopodobniej cię uządlą. W poczuciu zagrożenia potrafią i będą się skutecznie bronić. Ale jeśli działasz mądrze, to zdarza się to sporadycznie.

Skąd się wzięły te wszystkie zdolności umysłowe pszczoł? One są unikalne wśród owadów?

W przeważającej mierze pszczoły są tzw. zbieraczami z miejscem centralnym, co oznacza, że mają dom, do którego muszą bezwzględnie wracać. Społeczna pszczoła nie może przetrwać bez swojego gniazda. Nawet pszczoła z gatunków samotnych, jeżeli zapomni o miejscu swojego domu, ryzykuje życie całego potomstwa. Stwarza to bardzo silną presję na rozwój dobrej pamięci do lokalizacji. Na skutecznym zapamiętywaniu opiera się także sukces pszczoł jako zapylaczy. Muszą pamiętać, gdzie znajdują się kwiaty, że najlepsze z nich mogą być żółte lub niebieskie, promieniście symetryczne lub dwustronnie symetryczne i mogą pachnieć takim lub innym zapachem. Uważam, że to czyni pszczoły świetnymi kandydatami do badania inteligencji owadów.

Jednak pszczoły nie są jedyną grupą owadów o tak rozwiniętych zdolnościach. Istnieją gatunki os społecznych, w których wszystkie osobniki w gnieździe rozpoznają nawzajem swoje twarze. Kojarzą z zapamiętanymi twarzami ponadto wszelkiego rodzaju przydatne informacje o swoich siostrach. Nawet u muszek owocowych dowiedziono, że są w stanie śledzić wpływ czasu pomiędzy bodźcami w doświadczeniach operujących się na warunkowaniu. W przy-

padku kręgowców uznaje się to za jedną z cech charakterystycznych dla występowania świadomości. Inne gatunki owadów wciąż pozostają niedostatecznie zbadane, a być może dysponują inteligencją porównywalną do pszczelej.

Które odkrycia w badaniach nad umysłami owadów uważasz za najważniejsze?

Nie było jednego najważniejszego odkrycia, ale wiele wspaniałych. Karl von Frisch porównał badanie pszczoł do magicznej studni, z której im więcej się czerpie, tym więcej można nabrać.

Odpowiedź zależy od tego, co cię interesuje. Powiedzmy, że jesteś inżynierem pracującym nad bezałogowymi statkami powietrznymi i lekkimi systemami sterującymi. Wtedy najważniejsze byłoby to, jak wiele pamięci, zdolności nawigacyjnych, zdolności precyzyjnej kontroli lotu i tak dalej można wcisnąć w tak małe mikrokomputer, jakim jest mózg pszczoły, a zwłaszcza to, jak wykonać te wszystkie zadania przy tak niewielkim poborze energii.

Obecna technologia dronów pozwala latać zasilanym bateryjnie systemem przez może pół godziny, ale są to urządzenia niezwykle energochłonne, podczas gdy mózgi biologiczne, a zwłaszcza mózgi pszczoł, wymagają maleńkiej kropli nektaru, która pozwala na utrzymanie stabilnego lotu i skutecznej pracy przez kilka godzin, zapewniając przez cały ten czas niezwykle precyzyjne zdolności nawigacyjne.

Dla mnie najważniejsze są jednak pytania, czy pszczoły mogą myśleć i czuć. To kwestia wykraczająca poza to, czy owady mogą się uczyć i robić inteligentne rzeczy. Zebraliśmy dowody, które moim zdaniem wskazują na to, że odpowiedź na te pytania jest twierdząca. Wydaje się, że owady spełniają te same kryteria, którymi oceniamy zdolność do odczuwania emocji w przypadku ssaków. Jeśli mamy rację, to będzie to niemal kopernikański przewrót w myśleniu o umysłach innych zwierząt.

Jak silne dowody wskazują na to, że owady są świadome albo mogą odczuwać emocje?

Świadomość trudno udowodnić – nie ma jednego rozstrzygającego dowodu, na który wszyscy by przystali. To wyzwania

REKLAMA

Polskie Towarzystwo Reasekuracji S.A. wspiera rozwój polskiego rynku ubezpieczeniowego. Świadczymy usługi reasekuracyjne już na wszystkich kontynentach.

W tym roku PTR S.A. kolejny raz jest sponsorem Copernicus Festival



**POLSKIE
TOWARZYSTWO
REASEKURACJI**

A **FAIRFAX** Company



**COPERNICUS
FESTIVAL**

Ubezpieczamy ubezpieczycieli

Istnieją gatunki os społecznych,

w których wszystkie osobniki w gnieździe rozpoznają nawzajem swoje twarze i uczą się z nimi kojarzyć różne informacje.

wodu, ale przesłanki wskazują w jakimś kierunku. Zaobserwowaliśmy u pszczoł wiele wyznaczników, które przynajmniej uprawdopodobniają, że są one świadomymi istotami. Chcielibyśmy połączyć więcej takich przesłanek, aby uzyskać jak największą pewność.

Dla Ciebie to kwestia nie tylko naukowa?

Ma znaczenie dla tego, jak odnosimy się do owadów, jak traktujemy je na wol-

ności, w naszych ogrodach, w fabrykach owadów karmowych; w przypadku pszczoł – w przemyśle pszczelarskim. Kiedy uznamy, że zwierzę jest czujące, to jesteśmy moralnie zobowiązani do traktowania go w sposób minimalizujący cierpienie.

Nie jest to jeszcze postawa powszechnie uznawana przez ludzi, którzy zabijają masy owadów w wyniku stosowania pestycydów czy w przemyśle paszowym i spożywczym, gdzie owady są hodowane jako karma dla łososia lub kurczaków. Często są zabijane metodami takimi jak pieczenie lub gotowanie mikrofalami, co potencjalnie może przysparzać im ogromnego bólu.

Nadal pokutuje kartezjańska wizja owadów jako biologicznych automatów.

Warto podkreślić, że Kartezjusz nie myślał w ten sposób tylko o owadach. Znany był z lekceważenia idei, że jego własny pies mógłby być świadomy. Uważał, że zwierzętom w ogóle brakuje zdolności do myślenia.



Merlin Sheldrake
STRZĘPKI ŻYCIA
Wydawnictwo Insignis

Spoiwo świata

SERIAL „THE LAST OF US”

zwrócił na nie uwagę, ale grzyby nadal bywają niedoceniane. Pewnie wielu wie, jak je zbierać i przyrządzać. Mało kto jednak z nas zdaje sobie sprawę, jak ważną rolę odgrywają one w ekosystemie. Są nie tylko źródłem pożywienia, ale także niewidzialnymi strażnikami naszego środowiska. A przy tym są wszechobecne – występują nie tylko w lasach czy ogrodach, także w naszych domach i wewnątrz organizmów żywych, w tym nas samych. Bez grzybów nie moglibyśmy cieszyć się takimi produktami jak chleb czy alkohol. Ba, dzięki temu, że rozkładają martwą materię organiczną – w tym choćby drewno – nie toniemy pod stertami śmieci produkowanych przez życie. Merlin Sheldrake w książce „Strzępki życia” odkrywa przed nami fascynujący świat grzybów, ukazując ich wptyw na kształtowanie naszej rzeczywistości, w tym na procesy myślowe, emocje i zachowania – a nie tylko na skład świątecznych potraw. Sheldrake zainteresować czytelnika potrafi nawet porostami, którymi wszyscy katowani byliśmy w szkole. Okazuje się, że symbionty te są nie tylko bardziej złożone, niż uczono nas na lekcjach biologii, ale też daleko bardziej fascynujące. Jak sam pisze: „porost to miejsce, w którym organizm staje się ekosystemem, a ekosystem organizmem. Porost w jednej chwili jest całością, w drugiej – zbiorem części”. Grzybnia zaś jest tkanką, która spaja większość świata. © KK

→ Ten pogląd w odniesieniu do kręgowców – psów, delfinów, naczelnych, ptaków krukowatych itd. – uległ jednak powszechnej zmianie. Ludzie zastanawiający się, co może śnić się ich psom, są sami w sobie dowodem na to, że w opinii publicznej nastąpiły głębokie zmiany. Uważam, że dowody dotyczące owadów na tym polu niekoniernie są słabsze niż w przypadku kręgowców.

Mówiłeś o tym, że pszczoły to więcej niż roboty. W odniesieniu do owadów spotecznych często używa się jeszcze innego określenia: superorganizm. Cały rój przypomina jedno wielkie zwierzę, a pojedyncze osobniki – budujące ciało tego zwierzęcia komórki. To uprawniona metafora?

Pszczoły robią niezwykle rzeczy jako społeczność. Jednym ze scenariuszy, kiedy to bardzo widać, jest tzw. budowanie konsensusu. Kiedy stara królowa opuszcza rój wraz z około dziesięcioma tysiącami robotnic, gromadzą się na pobliskim drzewie, a następnie przez kilka dni decydują o następnym miejscu docelowym, do którego chcą się przenieść.

Pszczoły robią niezwykle rzeczy jako społeczność. Jednym ze scenariuszy, kiedy to bardzo widać, jest tzw. budowanie konsensusu. Kiedy stara królowa opuszcza rój wraz z około dziesięcioma tysiącami robotnic, gromadzą się na pobliskim drzewie, a następnie przez kilka dni decydują o następnym miejscu docelowym, do którego chcą się przenieść. Zwiadowcy rozchodząc się po dużym terytorium, sprawdzają każdą dziuplę w drzewie, a czasem w kominie, w poszukiwaniu odpowiedniego nowego domu. Następuje kilka dni nieporozumień, ale w końcu dochodzą do pełnego konsensusu. Cały rój odlatuje do nowego miejsca. W tym przypadku rzeczywistość można pokusić się o uznanie poszczególnych zwiadowców za jednostki zbierające informacje w ramach wspólnego bytu – roju. I że to rój ostatecznie zachowuje się tak, jak się zachowuje. Można pytać, czy rój jest superorganizmem albo czy posiada własny umysł. Jednak podobieństwa z ludzkim umysłem są w dużej mierze metaforyczne.

Ludzie też mogą robić interesujące rzeczy jako grupa. Na stadionie piłkarskim możesz wziąć udział w meksykańskiej fali – wstać i podnieść ręce, by fala się przemieściła – ale twoje doświadczenia nadal będą indywidualne. Nie ma czegoś takiego jak wspólne doświadczenie bycia tą podróżującą falą lub bycia publicznością na stadionie piłkarskim.

Podobnie jest w roju pszczoł – to nadal jednostki podejmują decyzje, a także mają doświadczenie w rojeniu się. Już sto lat temu niemiecki badacz Hugo von

Buttel-Reepen zasugerował, że może istnieć wyjątkowy stan emocjonalny związany z rojeniem, w którym poszczególne pszczoły stają się mniej agresywne.

Wydają się bardzo podekscytowane i chętne do tego procesu rojenia. Wydaje się też, że istnieje rodzaj amnezji, która towarzyszy rojeniu, w którym pszczoły wymazują pamięć o swoim starym ulu. Następnie zapamiętują nową lokalizację. Ale jeśli zadajesz pytania dotyczące uczuć i inteligencji, to myślę, że nadal znajdują się one w indywidualnych umysłach i rzeczywistość są bardzo różne u różnych pszczoł.

Dla każdej cechy, którą mierzymy, niezależnie od tego, czy jest to szybkość uczenia się pewnych zadań, czy neofilia i neofobia, istnieją ogromne różnice między jednostkami. Te różnice pozostają spójne przez całe życie. Występuje więc coś takiego jak osobowość w poszczególnych osobnikach.

Pokazywanie, że należące do tego samego gatunku owady różnią się od siebie, to chyba także dobry sposób na walkę z kartezyjańskimi uprzedzeniami.

Kilka lat temu przeprowadziliśmy eksperyment, w którym oznaczyliśmy kilka tysięcy pszczoł różnych gatunków małymi znacznikami i pozwoliliśmy im swobodnie latać we wschodnim Londynie.

Następnie poprosiliśmy ludzi, aby poszukali w swoich ogrodach i parkach naszych ponumerowanych pszczoł. Zorganizowaliśmy też konkurs fotograficzny. Najbardziej wzruszającym spostrzeżeniem, które ludzie nam przekazali, było to, że czasami przywiązywali się do spotkanych pszczoł. Zdawali sobie sprawę, że pomarańczowy numer 31 naprawdę lubi kwiaty lawendy, bo przylatuje na te same rośliny co godzinę. Kilka dni później pszczoła zniknęła, prawdopodobnie umierała ze starości lub została upolowana przez ptasiego drapieżnika.

Ludzie nie postrzegali już tych owadów jako pewnego rodzaju zasobu, który dryfuje sobie po krajobrazie, ale jako jednostki, z indywidualnymi preferencjami dla określonych kwiatów. Z wyraźną, wyuczoną umiejętnością powracania do tego samego skrawka kwiatów w swoim ogrodzie. Potem byli dumni z kwiatów, które zasadzili.

© Rozmawiał BARTOSZ BARAN

Żywa inteligencja

ŁUKASZ LAMŻA

Wszyscy zastanawiają się, czym jest „to coś”, czego wciąż brakuje AI. Możliwe oczywiście, że potrzeba po prostu więcej tego samego. Ale może „tym czymś” jest miękkie, niedoskonałe, mądre ciało?



Ostatnie lata przyniosły spory skok jakościowy sztucznej inteligencji (AI) – a właściwie pewnego niewielkiego podzbioru AI, jakim jest generowanie treści naśladujących te stworzone przez ludzi. Rozwój ten na nowo pobudził dyskusje na temat ogólnej sztucznej inteligencji (AGI) oraz „myślących maszyn”. Pojawiają się nowe – oraz ożywiają stare – definicje pojęcia AGI oraz rozmaite odpowiedzi na pytanie, czym konkretnie różniłaby się „naprawdę myśląca” maszyna od maszyny, która tylko udaje myślenie. W pierwszym przybliżeniu wszyscy wydają się jednak zgadzać, że z pewnością czegoś brakuje nawet najbardziej zaawansowanym obecnym algorytmom, nawet tym, które generują znakomitą iluzję myślenia, czucia i rozumowania.

Wielka ekscytacja, która towarzyszy coraz to bardziej złożonym wielkim modelom językowym, sprawia, że na drugi plan schodzą dokonujące się w tle fascynujące postępy w robotyce, które, być może, dostarczą właśnie tej brakującej cegiełki. Nasuwa się analogia historyczna: wielkim krokiem na drodze do współczesnego rozumienia ludzkiego umysłu było zidentyfikowanie „błędu Kartezyusza”. Tak właśnie w 1994 r. filozof António Damásio określił kartezyjańskie przekonanie, że umysł ludzki można rozpatrywać w oderwaniu od ciała: że tajemnica ludzkiej świadomości, kreatywności czy wręcz człowieczeństwa spoczywa w oderwanym od materii świecie umysłu („rzecz myśląca”), ciało ludzkie zaś („rzecz rozciągła”) jest tylko porcją głupiej materii. Po przetłumaczeniu tej myśli na język AI brzmiałaby ona następująco: spodziewać się, że „prawdziwe” myślenie zostanie wygenerowane przez jakiś jeszcze lepszy program komputerowy, to naiwność, wynikająca z niezrozumienia

koniecznego ucieleśnienia umysłu. Następny wielki przełom nastąpi dopiero po uwzględnieniu roli ciała w kształtowaniu się inteligencji. „Prawdziwie” myślący będzie tylko fizyczny, ucieleśniony robot. I to nie byle jaki.

Mądrość martwej ryby

W 2019 r. czworo amerykańskich inżynierów z Wydziału Inżynierii Mechanicznej na Uniwersytecie Stanforda opublikowało, chyba trochę niespodziewanie, artykuł z dziedziny ornitologii. Przez wiele tygodni obserwowali i filmowali wróbliszki zielonolice – niewielkie papugi występujące w Ekwadorze i Peru – lądujące na drążkach o różnej średnicy i wykonanych z różnych materiałów, od drewna, przez gąbkę i papier ścierny, aż po śliski teflon. Punktem wyjścia był problem zaprojektowania drona, który byłby w stanie przycupnąć na gałęzi albo na płocie.

„Najbardziej zdziwiło nas to, że ptaki wykonywały dokładnie ten sam manewr powietrzny, bez względu na to, na czym lądowały: obsługa zmienności i złożoności podłoża została całkowicie powierzona stopom”, wyjaśniał portallowi Connectivity4IR.co.uk swoje najważniejsze odkrycie William Roderick, główny autor badania. Co więcej, okazało się, że niektóre mikroruchy wykonywane przez stopy i pazury zachodzą w skali 1-2 milisekund: zdecydowanie za szybko, aby ruchy te sterowane były przez mózg, a najprawdopodobniej nie otarły się one wręcz w ogóle o układ nerwowy. Stopa papugi na drodze długich procesów ewolucyjnych została ukształtowana w ten sposób, że w trakcie lądowania samodzielnie dostosowuje się do właściwości podłoża. Gdy inżynierowie zaczęli rozpisywać sposób działania ptasiej stopy, aby odtworzyć go mechanicznie, okazało się, że jest to po prostu algo-

rytm. Papuzie stopy aktywnie, adaptacyjnie rozwiązują problem lądowania. Umiejętność elastycznego reagowania na zastaną sytuację, zwłaszcza na sytuacje nowe (jak drążek pokryty gąbką polimerową), ma zaś w psychologii zabawną nazwę: to „inteligencja”. Wniosek: papugi mają inteligentne stopy.

Inteligentne zachowywanie się i rozwiązywanie problemów przez „głupią” materię to ogólniejsze zjawisko w biologii. Wystarczy zauważyć, że „prawdziwe” uporządkowane przetwarzanie sygnałów, na którym wzorują się ludzcy twórcy komputerów, ograniczone jest do układów nerwowych. To zresztą wydaje się oczywiste: jeśli jakieś stworzenie jest inteligentne albo myśli, to odpowiada za to jego układ nerwowy. Ten jest tymczasem względnie młodym wynalazkiem ewolucyjnym, występującym ponadto wyłącznie u zwierząt, a nawet u nich odpowiadającym tylko za niektóre „decyzje” podejmowane przez organizm. W 2006 r. zoolog David Beal zachwyił świat inżynierów, pokazując, że martwy pstrąg świetnie pływa, gdy tylko umieści się go w płynącej wodzie. Sekret jego zręcznego wyginania się, rytmicznego machania płetwami, a nawet korygowania swojego położenia tkwi w samej jego anatomii, a nie w uważnej kontroli ze strony układu nerwowego – ten zaś był, co potwierdzono, naprawdę martwy jak głąz.

Mechaniczna infekcja

Przetwarzanie sygnałów, ich sumowanie lub odejmowanie, a także podejmowanie decyzji to ogólny fenomen biologiczny występujący już na poziomie pojedynczych komórek. Nasze własne limfocyty, przykładowo, są *de facto* samodzielnymi organizmami, które potrafią wykryć zagrożenie i zareagować stosownie do jego charakteru. Tak samo zachowują się też →



■ Marek
Węcowski
TU JEST GRECJA!
ANTYK NA
NASZE CZASY
Wydawnictwo
Iskry

Przeglądanie się w starożytności

KULTURA STAROŻYTNEJ GRECJI, mimo upływu wieków, wciąż stanowi jeden z fundamentów naszej cywilizacji. W „Tu jest Grecja! Antyk na nasze czasy” historyk Marek Węcowski jednoznacznie wskazuje, że studiowanie historii starożytnej nie jest jedynie eskapizmem, ucieczką od problemów dzisiejszego świata. Nasza wiedza o dziejach antycznych Greków oferuje nie tylko pocieszenie, ale również praktyczne wskazówki, jak radzić sobie z aktualnymi wyzwaniami. Autor przytacza przykłady z historii ateńskiej demokracji, pokazując jej jasne i mroczne strony, porusza kwestię migracji, ostracyzmu oraz epidemii, które dotykały Greków. Porównuje te historyczne zjawiska do wyzwań i dramatów współczesności – takich jak wzrost populizmu, kryzys migracyjny, pandemia COVID-19 czy rosyjska inwazja na Ukrainę. Studiowanie historii starożytnej Grecji, według Węcowskiego, umożliwi nam głębsze zrozumienie korzeni własnej kultury oraz inspirowanie do poszukiwania rozwiązań dla obecnych problemów, ucząc nas, jak czerpać z doświadczeń starożytnych. Dzięki temu możemy lepiej zrozumieć mechanizmy rządzące społeczeństwem i polityką, a także zyskać perspektywę potrzebną do konstruktywnego myślenia o przyszłości. W ten sposób historia antyku staje się nie tylko dziedziną akademicką, ale również narzędziem do analizy i zrozumienia świata, w którym żyjemy. W końcu, jak mawiał Cyceeron: „Historia nauczycielką życia”. © KK

→ wszystkie jednokomórkowce, a nawet wirusy. To szczególnie uderzający przykład, ponieważ cząstka zakaźna wirusa, czyli wirion, to porcja materii biologicznej, której nie można nawet określić jako „żywa” w normalnym sensie.

Wirion, który zbliża się do komórki, wykonuje tymczasem szereg złożonych czynności, łącząc się z jej błoną komórkową, tworząc w niej odpowiednie wgłębienie i przepychając do środka swój materiał genetyczny: walcząc jednocześnie z chaosem chemicznym i mechanicznym środowiska ożywionego oraz różnymi mechanizmami komórkowymi, których zadaniem jest powstrzymanie infekcji. Wszystko to wymaga umiejętności odbierania i interpretowania sygnałów, a także podejmowania odpowiedniej decyzji i realizowania zamierzonego celu bez względu na rozmaite przeszkody, czyli po prostu „inteligencji” – a przynajmniej takiego języka użylibyśmy, gdyby podmiotem naszej obserwacji był włamywacz czy choćby robak obły starający się wniknąć w ciało swojego żywiciela. Czy jednak możemy używać tego typu słów do opisu grudki materii o średnicy 50 nanometrów? Jedyne, na co daliby się pewnie namówić wirusolodzy czy biofizycy, to przyznanie, że cząsteczki białek wirusowych reagują na bodźce i oddziałują na swoje otoczenie. Ale to i tak nieźle.

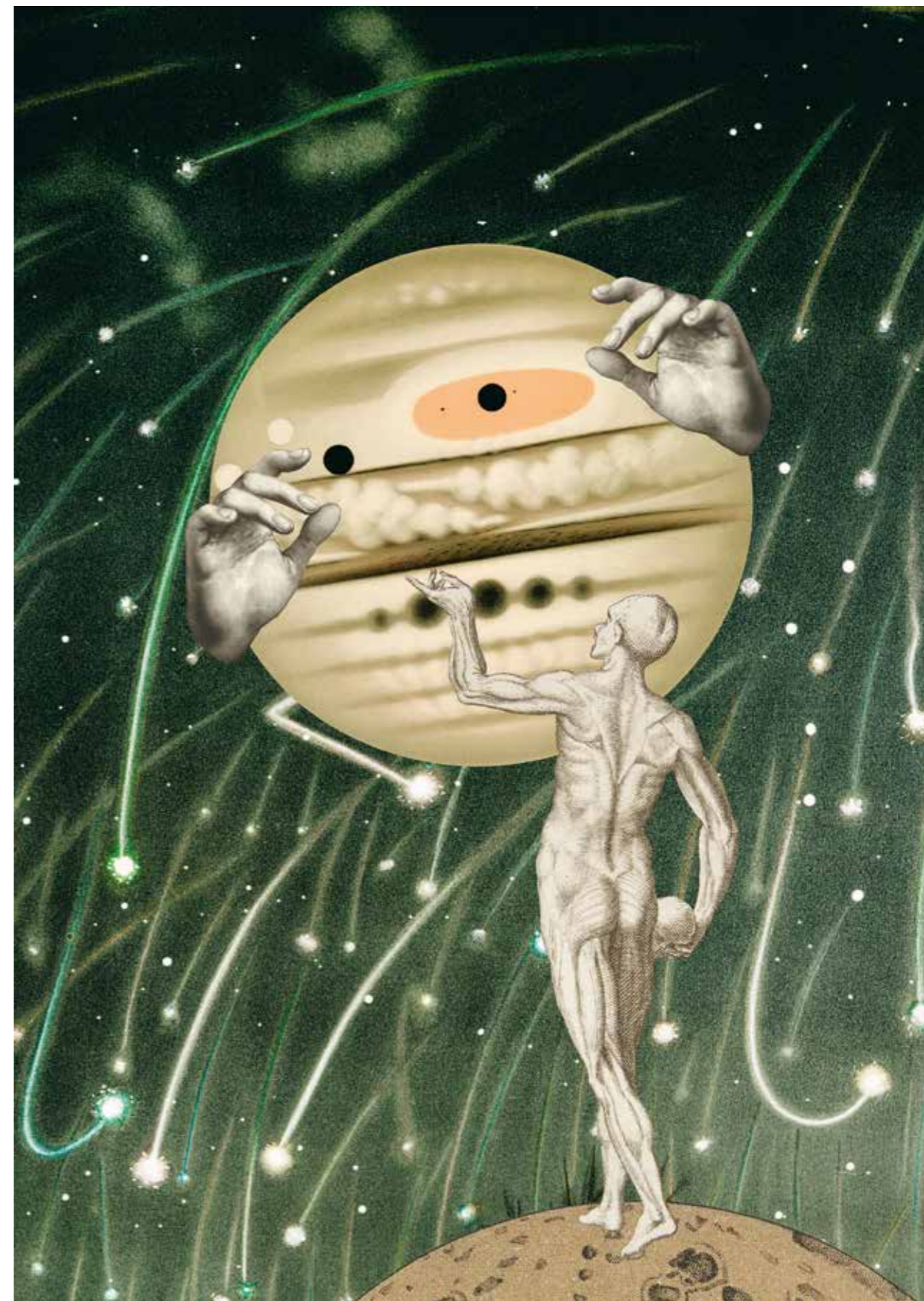
Gdy się nad tym zastanowić, każde oddziaływanie fizyczne jest procesem przetwarzania sygnału. Istnieją zresztą filozofujący fizycy, którzy twierdzą, że fundamentalnym pojęciem służącym do opisu elementarnych składników świata nie powinna być „materia” czy „energia”, lecz „informacja”: wszystko, co istnieje, w jakimś sensie oblicza, a zderzające się ze sobą cząstki wymieniają się ze sobą pędem zgodnie z pewnym ściśle określonym wzorem. Nie musimy jednak dziś wchodzić w filozofię fizyki. Grunt, że nawet pojedyncza cząstka białka, nie mówiąc już o większym włókienku białkowym albo całej komórce, reaguje na bodźce, „tłumaczy” je na określony typ zachowania. A co najważniejsze, ów sposób zachowania nie daje się nijak przetłumaczyć na zero-jedynkowy świat tranzystorów i komórek pamięci. Zasadnicza „logika” materii, odpowiadająca za jej wszystkie złożone zachowania, jest znacznie bar-

dziej złożona od prostego, zero-jedynkowego świata Arystotelesa, Turinga czy von Neumanna. Robotycy przekonali się o tym bardzo szybko, gdy tylko zaczęli konstruować swoje maszyny z czegoś nieco bardziej złożonego niż sztywne pręty i zębatki. Czy da się ulepić robota z materii, która potrafi robić coś więcej, niż tylko bezmyślnie wykonywać polecenia jednostki sterującej? Tak – wymaga to jednak, jak się okazuje, głębokiego przeformułowania sposobu, w jaki uprawiamy robotykę.

Marszczenie robota

Zacznijmy od pierwszego kroczku w tę stronę, jakim jest robotyka miękką (*soft robotics*). Ta zupełnie niewinna gałąź robotyki zajmuje się urządzeniami wykonanymi z podatnej materii, np. chwytakami wykonanymi z odkształcającej się pianki albo o postaci nadmuchiwanej gumowej gruszki. Okazuje się, że ta niewinna podmiana – tworzymy rękę robota z czegoś miękkiego! – prowadzi do poważnych komplikacji. Prosty przykład: gdy palce robota wykonane są ze sztywnego metalu, to jeśli chcemy, aby palec dotknął powierzchni kubka oddalonej o centymetr, musimy wysłać do silowników sygnał: „przesuń palec o centymetr”. To logiczne, prawda? Nie w przypadku robota o miękkich palcach – palec wykonany z odkształcającej się pianki możemy przesunąć w stronę kubka nawet o półtora centymetra: pianka ściśnie się jednak o pół centymetra. Idąc dalej, pianka może mieć „pamięć”, jak ta wypełniająca niektóre materace albo „rogale” zakładane na szyję podczas długich podróży. W takim przypadku palec może zachować się inaczej w zależności od tego, kiedy i ile razy ostatnio czegoś dotykał. Aby odpowiedzieć na pytanie, o ile milimetrów należy przesunąć palec, jednostka sterująca ręką musi więc mieć w sobie zakodowane nieźle zrozumienie fizyki materiałowej oraz pamiętać wszystkie przeszłe stany układu.

To jednak tylko wierzchołek góry lodowej. Im bardziej „sprytna” materia, tym bardziej nieoczywiste staje się jej zachowanie w reakcji na polecenie. Materiały miękkie lubią się np. marszczyć lub fałdować – jak wnętrze naszej dłoni. Zgięcie palców wywołuje więc nie tylko prostą rotację kałką materii o zadany kąt – coś, co →



Natalia Polasik „Welcome To The Future”, 2022. r.

⇒ z łatwością zrozumie i zaprogramuje każdy inżynier pracujący ze sztywnymi robotami przemysłowymi składającymi samochody – lecz całościową zmianę kształtu i twardości ręki. To dzięki temu, nawiasem mówiąc, ręka ludzka jest tak wspaniałym, uniwersalnym i „sprytnym” narzędziem, pilnie badanym również przez inżynierów. W 2022 r. grupa chińskich naukowców (Fan Xu i współpracownicy) szczegółowo opisała w „Nature Computational Science” przebieg marszczenia się miękkich powierzchni, które zapadają się do środka. Inspiracją była wysychająca marakuja, a docelowym zastosowaniem – miękkie chwytaki robotyczne. Plan jest taki, aby skonstruować nadmuchiwaną „rękę”, która zależnie od wzorca i stopnia sflaczenia zamienia się w dziesiątki różnych urządzeń.

Kolejnym ciekawym kierunkiem badań jest materia samolecząca. Istnieją już dziś materiały – np. hydrożele samoleczące – które potrafią samoistnie naprawiać drobne uszkodzenia mechaniczne. W marcu 2023 r. Yongyi Zhao i współpracownicy opisali samoleczący hydrożel przewodzący prąd, otwierając tym samym drogę do konstruowania całkowicie miękkich robotów, włącznie z „okablowaniem”, które potrafią znosić poważne uszkodzenia mechaniczne. Do artykułu naukowego dołączono film przedstawiający robotycznego ślimaka (z prawdziwą ślimaczą muszlą), który niestrudzenie pełźnie naprzód, nawet gdy badacze tną jego okablowanie żyłkami.

Ciekawą cechą materiałów samoleczących jest powstawanie „blizn” – fragment odtworzony po uszkodzeniu może mieć nieco inne cechy mechaniczne, np. być sztywniejszy lub podatniejszy na odkształcenia. To kolejna komplikacja: ciało robota skonstruowanego z tego typu materiałów zmienia się w czasie, przez co jednostka sterująca nie może opierać się na ustalonym z góry modelu. Zauważmy zresztą, że tak zachowuje się właśnie ciało ludzkie. Mowa tu nie tylko o „banalnym” fackie, że zrosnięta po złamaniu kość ma nieco inne właściwości mechaniczne (choć niekoniecznie jest bardziej wytrzymała, jak głosi wieść ludowa). Dużo ciekawsze są mikrourazy, np. mięśni albo ścięgien i więzadeł, które powodują ich wzrost lub utwardzanie: to fundamentalny sposób, na jaki organizm dopasowuje z czasem swoją anatomię do

Życie w cieniu życia: czy wirusy rządzą światem?

NA GRANICY ŚWIATA ożywionego i nieożywionego szczególne miejsce zajmują wirusy: biochemiczne maszyny wyspecjalizowane w tworzeniu własnych kopii. Same z siebie wirusy nie są zdolne do rozmnażania się, co odróżnia je od organizmów – muszą wcześniej zainfekować komórkę gospodarza, forsując liczne zasieki obronne, a potem przejąc kontrolę nad jego komórkowymi fabrykami białek. To właśnie z przejętych siłą linii montażowych zjeżdżają kolejne cząsteczki wirusów.

Ale w przyrodzie wirusy to coś więcej niż cywilizacja śmierci. Jest ich tak wiele w naszym otoczeniu – wodzie, glebie i powietrzu – że biolodzy mówią już o „wirosferze”. Większość z nich infekuje bakterie, czym wpływają na obieg materii. Potrafią także transportować materiał genetyczny między organizmami, wpływając na ich ewolucyjne trajektorie. Nawet nasze mózgi mogą coś zawdzięczać pradawnym wirusowym infekcjom.

W niezwykle świat wirusów i ich interakcji z organizmami wprowadzi nas podczas Copernicus Festival **PROF. KRZYSZTOF PYRĆ** z Małopolskiego Centrum Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, specjalizujący się w ludzkich koronawirusach, badacz mechanizmów molekularnych, przy użyciu których dochodzi do infekcji wirusami, a także współodkrywca kilku nieznanymi wcześniej nauce wirusów. Zespół prof. Pyrcia pracuje również nad translacją odkryć biologicznych na potencjalne terapie przeciwvirusowe.

MICHAŁ DYAKOWSKI



⇒ potrzeb życiowych. Tkanka ludzka ma dzięki temu zdolność do uczenia się: to dlatego osoby, które wykonują jakieś czynności manualne od 50 lat, mają je „zakodowane w rękach”. W 2017 r. Fotios Karakostis i współpracownicy opisał analizę szczątków 45 mieszkańców XIX-wiecznej Bazylei, stwierdzając, że dominujące formy aktywności manualnej pozostawiły trwałe ślady w strukturze ich rąk: na tyle, że dało się z tych szczątków wyczytać, jaki zawód wykonywali za życia. Kto wie, może „mądre ręce” to coś więcej niż metafora?

Materia nazbyt swobodna

Co natura wymyśliła, my możemy oczywiście spróbować udoskonalić. W świecie technologii znane są materiały miękkie reagujące na znacznie więcej bodźców niż ludzkie tkanki. Istnieją więc choćby materiały zmieniające twardość w reakcji na nacisk, odkształcające się w zadany sposób pod wpływem temperatury albo zmieniające swój kolor w polu magnetycznym czy przezroczystość w elektrycznym. Szaleńców ostatnich lat jest „materia aktywna”, np. płyn albo żel, w którym rozpuszczono substancję reagującą ruchliwością na zadany bodziec: tego typu materiał zaczyna ruszać się „od wewnątrz”, np. w reakcji na światło albo zmianę pH. W praktyce oznacza to możliwość niemal dowolnego „programowania materii” – zapisywanie w niej zdolności do wykonywania bardzo złożonych przemian w reakcji na bodźce.

Rzecz charakterystyczna: urządzenia konstruowane z tego typu „sprytnej materii” lubią zaskakiwać twórców. Materia miękka ma już to do siebie, że potrafi więcej niż materia sztywna – czasem nawet więcej niż nasze sztywne oczekiwania. Ważnym słowem-kluczem w rozmowie na ten temat jest termin „stopień swobody”. Gdy mój robot składa się z trzech segmentów połączonych ze sobą dwoma zawiasami – jak palec wskazujący – to powiemy, że jest wyposażony w dwa stopnie swobody. Matematycznie oznacza to, że jego stan całkowicie opisują dwie liczby (kąt pomiędzy segmentem pierwszym i drugim oraz kąt pomiędzy segmentem drugim i trzecim). Jeszcze inaczej, wszystkie możliwe stany takiego robota można rozmieścić w dwuwymiarowej przestrzeni, np. na karcie papieru.

Materia miękka bardzo „lubi” wykazywać dodatkowe stopnie swobody, których nie da się łatwo przewidzieć: prawdziwy koszmar inżyniera. Pomyślmy choćby o robotycznej łapce marszczącej się jak wyschły owoc – na ile konkretnie sposobów może się ona zmarszczyć? Kolejnym ciekawym kierunkiem badań jest dziś *continuum robotics* („robotyka ciągła”), w której roboty nie są wzorowane na kręgowcach czy stawonogach, a raczej na pierścienicach, nicieniach czy głowonogach. Ile „stopni swobody” ma nicien albo macka ośmiornicy? Nie da się powiedzieć – nie ma w nich bowiem sztywnych segmentów oddzielonych stawami, lecz pojedyncza struktura deformująca się na sposób ciągły. Matematycznie, przestrzeń wszystkich możliwych stanów tego typu robota robi się, niestety, nieskończenie-wymiarowa.

Fundamentalny problem tzw. teorii sterowania – fascynującego obszaru badawczego na pograniczu matematyki i robotyki – to relacja pomiędzy tym, co kontroluje (kontrolerem), a tym, co działa (efektorem). Pomyślmy choćby o mikrokomputerze wysyłającym sygnał do silniczka, który napędza jakąś zębatkę. W idealnym przypadku chcielibyśmy, aby ten sam sygnał zawsze wywoływał tę samą reakcję, a dwukrotnie silniejszy sygnał – dwukrotnie silniejszą reakcję. Prosty przykład: włączenie silniczka ma zawsze spowodować obracanie się zębatki, a przekazanie osi dwa razy większej energii powinno sprawić, że zębatka będzie się obracać dwa razy szybciej.

Choć nawet proste maszyny zwykle zachowują się znacznie bardziej ciekawie (np. na pewnym etapie zaczyna dominować tarcie i nie da się już bardziej przyspieszyć zębatki), w świecie robotyki miękkiej oraz ciągłej konieczne jest prześilenie samych fundamentów teorii kontroli: do kosza trzeba wyrzucić proste relacje matematyczne pomiędzy kilkoma jednoznacznymi poleceniami a kilkukwadratową przestrzenią stanów.

W klasycznej robotyce samowolne, zaskakujące i niezaplansowane przez twórców zachowania robota traktowane są zwykle jako przeszkoda, którą należy wyeliminować. Było to sensowne założenie, gdy roboty miały postać metalowych maszyn, których dysfunkcje oznaczała coś w stylu pękniętej zębatki. W epoce ⇒



Adam Zbyryt
**SENSACYJNE
ŻYCIE PTAKÓW**
Wydawnictwo
Poznańskie

Truciele, wampiry i miłośnicy kup

CZYTELNICZY KSIĄŻEK popularnonaukowych mogą być już zmęczeni tytułami typu „Sekretne życie X” czy „Tajemnicze życie Y”. Nie zmienia to jednak faktu, że świat ożywiony pełen jest mało znanych i zadziwiających zjawisk. W „Sensacyjnym życiu ptaków” Adam Zbyryt, polski ornitolog i popularyzator wiedzy o przyrodzie, raczy czytelnika wieloma ciekawostkami. Co ważne, Zbyryt skupia się nie tylko na najbardziej zaskakujących przykładach z odległych zakątków świata, ale zwykle stara się w pierwszej kolejności opowiedzieć o zagadkowych zachowaniach naszych rodzimych gatunków. Choćby przepiórki. Niby nic wielkiego, ale skrywają one tajemnicę godną książek Agathy Christie. Okazuje się, że choć są cenionym przysmakiem, czasem mogą być... trujące, wywołując koturnizm – bolesne rozkładanie mięśni, paraliż i uszkodzenie nerek. A to dopiero początek – wśród ptaków znajdziemy gatunki, które jak mityczne wampiry żywią się krwią. Inne zaś na różne sposoby w codziennym życiu wykorzystują odchody; czasem swoje, a czasem innych gatunków. Mogą też ulegać pokusie zażywania substancji psychoaktywnych. „Sensacyjne życie ptaków” zapewni wnikliwie spojrzenie na nieodkryte dotąd obszary ptasiego – i nie tylko ptasiego – życia i odświeżenie przed czytelnikiem tajemnic niezwykłych zachowań zwierząt. Pochwalić też warto szatę graficzną, w tym przede wszystkim jakość zdjęć wybranych bohaterów książki. © KK



■ Krzysztof Pomian
MUZEUUM. HISTORIA ŚWIATOWA t. 1-2,
słowo / obraz terytoria

Jak doszliśmy do Luwru i Uffizi

PODCZAS ODWIEDZIN w muzeum zwykle podziwiamy eksponaty, nie zastanawiając się zbyttno nad bogatą przeszłością samej instytucji. Tymczasem muzea mają fascynującą historię, która w ich nowożytnym wydaniu sięga przynajmniej końca XVI w. Zanim stały się dostępnymi dla wszystkich centrami edukacji i kultury, były ekskluzywnymi kolekcjami, które zwiedzać mogli jedynie wybrani. W starożytności zbiory rzadkich i cennych przedmiotów były prezentowane w prywatnych kolekcjach jako element rywalizacji i rozrywki elit. Pierwsze muzeum nowożytne powstało w Rzymie pod koniec XVI w. Dziś jest częścią słynnych Muzeów Kapitołińskich i – oprócz wspaniałych zbiorów – samo jest świadectwem ewolucji muzeów jako instytucji. Od prywatnych kolekcji po publiczne instytucje, muzea przeszły długą drogę, stając się miejscami, gdzie historia, sztuka i nauka splatają się, tworząc unikalne narracje o przeszłości.

Książka Krzysztofa Pomiana „Muzeum. Historia światowa” jest monumentalnym dziełem, które zgłębia początki i ewolucję nowożytnych muzeów, w oparciu o trzy dekady badań autora. Pokazuje on, jak muzea stały się platformą wymiany kulturalnej i dialogu między różnymi kulturami i pokoleniami. W tej opowieści stają się one żywymi organizmami, które nieustannie się rozwijają, adaptując nowe technologie i metody prezentacji, aby lepiej służyć spragnionym wiedzy zwiedzającym. © KK

⇒ miękkich, ciągłych robotów konstruowanych z adaptacyjnej, reaktywnej, samoleczącej i samouczącej się materii myślenie to przestaje być pożyteczne. Już dziś konstruuje się roboty, które w reakcji na uszkodzenie jednej kończyny potrafią zmienić swój sposób poruszania się tak, aby wciąż skutecznie się przemieszczać. Co istotne, zdolność tę można zakodować również w samych kończynach: jednostka kontrolująca musi więc zdać się na mechanizmy kontrolne zawarte w efektorach. W tego typu robocie jednostka centralna musi w pewnym stopniu uczyć się od swoich efektorów, pilnie śledząc ich zachowanie i postępy edukacyjne.

Gdy zaś efekторы stają się coraz bardziej aktywne, „sprytne” – czy wręcz wyposażone w „ucieleśnioną inteligencję” – klasyczna teoria sterowania upada kompletnie. Jej logika opiera się bowiem na podziale na jednostkę sterującą, która odpowiada za całe „myślenie”, i głupie efekторы, które w przewidywalny sposób realizują centralnie opracowane zadania. A co, jeśli „głupie” efekторы potrafią same na bieżąco podejmować pewne decyzje, jak stopa papugi albo ludzki układ odpornościowy, albo wykazują zachowania, których nie umiemy przewidzieć? W takiej sytuacji konieczne jest konstruowanie robotów przy założeniu, że stanowią one działającą w środowisku całość, w której nie da się oddzielić od siebie kontrolera i efektorów... a więc zupełnie jak w człowieku, u którego „ciało” i „dusza” stanowią jedność.

Ucieleśnieni

Jesteśmy tak przyzwyczajeni do idei „mądry mózg – głupie ciało” – która jest w gruncie rzeczy wyłącznie hipotezą filozoficzną, a nawet teologiczną – że bardzo trudno jest nam się jej oduczyć. Obecne postępy w rozwoju wielkich modeli językowych budzą w nas marzenie o „komputerowym mózgu”, w którym, być może, narodzi się także komputerowe myślenie. A może jednak brakującą cegiełką nie jest jeszcze większa moc obliczeniowa, wyspecjalizowane procesory tensorowe, dodatkowe warstwy sieci neuronowych i kolejne miliardy parametrów, a nawet nie kolejne terabajty danych treningowych? Może sam tylko odcieleśniony mózg nie jest w stanie zrobić „tego czegoś”?

Na drodze do ucieleśnienia AI jest oczywiście szereg problemów. Największym z nich jest nasze myślowe przyzwyczajenie do narzucania na materię logiki klasycznego komputera. Regularnie publikowane są doniesienia o zrealizowaniu w świecie materii rozmaitych procesów obliczeniowych: a to wykorzystanie DNA jako nośnika pamięci, a to skonstruowanie bramki logicznej z ludzkich neuronów. Choć są to interesujące badania, prowadzą one jednak wyłącznie do odtworzenia zwykłej logiki komputera (technicznie: architektury von Neumanna) w materii biologicznej. Co to za pożytek z żywej tkanki ludzkiej, jeśli każemy jej wypływać z siebie zera i jedynki? Autorzy przytoczonych badań poczytują sobie za sukces, że DNA prawidłowo i trwale przechowuje dane, a ludzkie neurony, po odpowiednim połączeniu, zachowują się jak bramka logiczna AND (czyli: i). To trochę jednak tak, jakby zaprosić setkę najbardziej kreatywnych artystów świata, aby pieczołowicie przepisywali książkę telefoniczną, cyzelując każdą cyfrę zgodnie z fontem Times New Roman. Cała opisana wyżej idea „ucieleśnienia AI” opiera się tymczasem na sprzęgnięciu istniejących zero-jedynkowych algorytmów z płynną, rozmytą, nieidealną „logiką” świata materii. Błędy, niedoskonałości i zachowania nieprzewidywalne są zaś w tę logikę wpisane: i to być może one właśnie odpowiadają za „magię” ludzkiej psychofizycznej całości.

Jedynym logicznym dopełnieniem tego programu jest więc skonstruowanie robota, którego wszystkie elementy posiadają większą czy mniejszą inteligencję – zupełnie jak ludzkie ciało, którego każda komórka i każde włókienko realizuje złożone przepisy zakodowane w swojej strukturze i dynamice. Niektóre cegiełki tego programu są już na miejscu, większość wymaga rozwinięcia. Jak to często bywa, kluczowy krok naprzód ma charakter myślowy, a nie technologiczny. Abyśmy zgodzili się na to, że sekret „prawdziwej” sztucznej inteligencji kryje się w ciele – a następna rewolucja w AI nastąpi w łonie niedeterministycznej, „brudnej” robotyki miękkiej – musimy najpierw zgodzić się również na to, że nasza własna inteligencja i mądrość ma rodowód cielesny. Czy jesteśmy naprawdę gotowi na życie w świecie uduchowionej materii? © ŁUKASZ LAMZA



JESZCZE WIĘCEJ INFORMACJI



radio internetowe



informacje co 30 minut



ponadczasowa muzyka

www.rmfm24.pl/radio



REKLAMY



Mądra Książka Roku

konkurs na najlepszą książkę popularnonaukową wydaną w roku 2023

GALA FINAŁOWA

23.05.2024 r. o godz. 16.00

w trakcie Copernicus Festival, Muzeum Inżynierii i Techniki, św. Wawrzyńca 15, Kraków

madraksiążkaroku.uj.edu.pl

ORGANIZATORZY:



PATRONI:



Natalia Polasik „Tożsamość zmechanizowana”, 2024 r.

Technologie czynią nas ludźmi

ŁUKASZ AFELTOWICZ

Artefakty, narzędzia i wynalazki nie tylko pozwalają nam lepiej radzić sobie z wyzwaniami środowiska. One zmieniają nasz umysł, otwierają nowe przestrzenie dla naszych myśli i sprawiają, że szybciej uczymy siebie i innych.

Zwarte tytuły miewają tę wadę, że często wymagają „rozpakowania”. W przypadku tego tytułu wyjaśnić trzeba każde słowo. W tym tekście staram się pokazać, jak technologie wpływały na ukształtowanie naszych kompetencji poznawczych, czyniąc nas ludźmi takimi, jakimi jesteśmy dziś. Posługuję się bardzo pojemnym rozumieniem technologii. Technologia jest każda rzecz, procedura lub proces, którą tworzymy – mniej lub bardziej intencjonalnie – by w nowy sposób rozwiązywać jakieś problemy. Często powstaniu technologii towarzyszy odkrycie lub przynajmniej zredefiniowanie naszych potrzeb. Zamiast terminu „technologia” mógłbym pisać „wynalazki”, „technika”, „techniki”, „narzędzia”, „artefakty”. Przyjmuję, że technologie mogą wynajdywać się same. Przykładowo, za jeden z najważniejszych wynalazków ludzkości można uznać urbanizację, choć trudno wskazać wynalazcę idei miasta. Miasta wyłaniały się stopniowo, ewoluowały. Działo się to przypuszczalnie bez przekonania, że miasta są lepsze niż inne przestrzenne formy organizacji życia.

Co jest nam dane

Gdy piszę o ludziach, mam na myśli pewien konkretny typ umysłowości i zestaw kompetencji. Jesteśmy zdolni do myślenia abstrakcyjnego, umiemy posługiwać się matematyką, mamy podstawowe zdolności graficznej reprezentacji tego, co widzimy. Wiele osób umie również wyobrazić sobie trójwymiarowe obiekty, budżetować, harmonogramować, orientować się w terenie za pomocą map, budować i naprawiać urządzenia mechaniczne, sterować pojazdami. Żadna z tych kompetencji nie jest wrodzona, a mając odpowiednie zaplecze i dość czasu, możemy przekazać te kompetencje innym osobom. Żadna z tych kompetencji nie jest naturalna ani intuicyjna, bez względu na to, co twierdzą ludzie parający się projektowaniem użyteczności. Opanowanie każdej wymaga najczęściej jakiejś interakcji z naszymi materialnymi wytworami. Gdybyśmy urodzili się w innym świecie, bazującym na odmiennym zestawie technologii, przypuszczalnie wykształcilibyśmy inne kompetencje. Nie tyle bylibyśmy mniej lub bardziej „inteligentni”, ile myślelibyśmy i działalibyśmy inaczej.

Pożytki z liczydła

Wreszcie, zwrócić należy uwagę na termin „czynią”. Celowo nie napisałem, że technologie „uczyniły nas” takimi ludźmi, jakimi jesteśmy. Nasze kompetencje poznawcze nie są dane raz na zawsze. Pewne kompetencje wymagają ciągłego ćwiczenia, a gdy przestaniemy trenować – szybko degenerują. Inne kompetencje są jak umiejętność jazdy na rowerze. Wydaje nam się, że zostaną z nami do końca życia. Problem z powiedzeniem, że coś jest jak jazda na rowerze, polega na tym, że większość ludzi nie wie, jak działa rower. Nie chodzi mi o kwestię napędu, ale o utrzymanie równowagi. Proponuję prosty eksperyment myślowy. Zadajmy sobie pytanie: co trzeba zrobić, by skrócić rowerem w lewo? Jeśli po prostu skęcimy kierownicą w lewo, to natychmiast się przewrócimy. Skręt w lewo poprzedzony musi zostać skreśleniem kierownicy w prawo: dopiero, gdy to zrobimy, złapiemy równowagę i będziemy mogli wykonać skręt w lewo. Rower tak zaprojektowano, by po części samodzielnie łapał balans. Jeśli spuścimy rower z góry, to przednie koło będzie automatycznie korygowało kurs i przywracało rower do równowagi.

Odnieśmy to do technologii, które czynią nas sprawniejszymi poznawczo. To nie są „tylko” narzędzia. W większości przypadków myślimy za pomocą rzeczy, którymi się posługujemy. Może nam się wydawać, że to my rozwiązujemy problemy, ale w rzeczywistości problem jest rozwiązywany przez nas posługujących się konkretnym narzędziem, z którym jesteśmy zgrani. Osoby projektujące konstrukcje architektoniczne wizualizują pomysły na różne sposoby, ale te „eksternalizacje” nie stanowią ostatecznych produktów: pracując z makietami i wykreślaniami, dostrzegamy ograniczenia i możliwości, które trudno byłoby sobie wyobrazić, pracując tylko w głowie. Kompozytorzy przełączają się między różnymi reprezentacjami zewnętrznymi utworu, by stymulować swoją wyobraźnię. Jednak technologie nie tylko usprawniają procesy poznawcze: często je wręcz umożliwiają. Gdy patrzymy na osoby pracujące w pracowni architektonicznej lub piszące muzykę, możemy zachwycać się ich kreatywnością, ale te umiejętności nie wzięły się znikąd: przynajmniej część wykształciła się dzięki interakcji z technologiami.

Jest jeszcze jeden powód, by mówić o tym, że technologie „czynią”, a nie „uczyniły” nas takimi, jakimi jesteśmy. Nie chodzi tylko o to, że dzięki interakcjom z różnymi wytworami cywilizacji technicznej jesteśmy w stanie nauczyć się więcej i robić rzeczy, które byłyby (niemal) niewykonalne bez tych artefaktów. Ważny jest proces kształcenia następujących po sobie generacji użytkowników i użytkowników technologii. Kolejne pokolenia są w stanie zająć dalej, gdyż jako cywilizacja jesteśmy coraz lepsi w uczeniu i wynajdujemy kolejne technologie, które pomagają nauczać. Wirtuozi i wirtuozki coraz szybciej osiągają poziom dawnych mistrzów. Sportowcy i sportowczynie uzyskują coraz lepsze wyniki dzięki postępowi technologicznemu oraz rozwojowi technik uczenia. Młodzież opanowuje w toku standardowej edukacji kompetencje matematyczne, które dawniej były osiągalne dla wybranych osób dopiero po długich dekadach treningu.

Nasze wyjątkowe kompetencje poznawcze mogłyby szybko zaniknąć w skali społeczeństwa, gdybyśmy „odwynaleźli” szereg materialnych artefaktów. O naszym rozwoju poznawczym można myśleć w dwóch planach. Plan indywidualny zakłada, że dzięki kontaktowi z pewnymi technologiami rozwijamy niektóre kompetencje poznawcze. Plan zbiorowy zakłada, że wcześniejsze pokolenia przekazują swoje kompetencje kolejnym, korzystając z rozmaitych wynalazków. Plany te należy połączyć i uwzględnić jeszcze jeden czynnik: gdy jednostka osiągnie już pewien poziom i zrozumie narzędzia, za pomocą których myśli, może udoskonalić te technologie, połączyć je lub stworzyć kolejną generację, nadbudowując nad tym, co już uzbieraliśmy jako cywilizacja. Gdy to uwzględnimy, łatwiej zrozumiemy proces rozwoju cywilizacyjnego i naszego rozwoju poznawczego.

Jako najlepszy przykład tego, jak bardzo można wspomóc uczące się osoby i przyspieszyć rozwój ich kompetencji, przytoczyć można technikę mentalnego abakusa (starożytnego liczydła). Pomysł jest prosty. Uczymy dzieci dodawania i mnożenia z użyciem liczydła (w eksperymentach wykorzystano japońską odmianę – soroban), a gdy już uzyskają biegłość – zabieramy im artefakt. Okazuje się, że wytrenowane szlaki neurologiczne →

→ wciąż działają i dzieci liczą nadzwyczaj szybko, markując palcami przesuwane wrzecion. Bez liczydła są szybsze niż ich nieprzeszkoleni rówieśnicy z kalkulatorami.

Technologii, które wspomagały nasz rozwój inteligencji na przestrzeni dziejów, było bardzo wiele. Często coś, co wydaje się jedną technologią, to w istocie kumulacja wielu pomniejszych rozwiązań technologicznych. Pismo jest i było utrwalać pamięci zbiorowej i indywidualnej, ale jest czymś zdecydowanie więcej niż technologią do zapamiętywania. Bez wizualizacji słów jako inskrypcji trudno wyobrazić sobie rozwój gramatyki i logiki formalnej. Wiele dyscyplin naukowych, z filozofią na czele, jest uzależniona od tego medium: nie chodzi tylko o komunikowanie wyników, przechowywanie ich, ale także o to, że pismo pozwala na budowanie bardziej rozbudowanych argumentacji. Jednak nie każde pismo usprawni nasze krytyczne myślenie. Posługiwanie się tekstem zapisanym *scriptio continua*, bez dużych liter, znaków interpunkcyjnych, spacji, akapitów, paginacji nie jest przyjazne nauce. Kodeks przebija zwój. Pismo, jakie znamy, to efekt długiej serii innowacji technologii pisania. Sama edycja tekstu ma olbrzymie znaczenie.

Może wydawać się to banalne, ale przejście z maszyny do pisania do elektronicznej edycji tekstu uwolniło nas od ogromu pracy, także tej fizycznej. Nie tylko zostaliśmy odciążeni – łatwiej nam układać myśli. Warsztat intelektualisty zakłada nie tylko dyskusję, ale i pracę z tekstem, który przechodzi przez swoje kolejne literacje.

Pierwsze poruszycielki

Mamy wyobrażenie o tym, jak rozwijamy technologie i jak one zwrótnie pomagają rozwinąć się nam. Pojawia się jednak pytanie o technologie pierwotne, „pierwsze poruszycielki”. Lambros Malafouris, powołując się na badania archeolog Denise Schmandt-Besserat, prezentuje w książce „How Things Shape the Mind. A Theory of Material Engagement” możliwy proces stopniowego rozwoju koncepcji liczby i liczebników. Wiele zwierząt, w tym człowiek, posiada umiejętność subitacji, czyli szacowania ilości „na oko”, ale już precyzyjne przeliczanie dużych zbiorów (powyżej progu oszacowania) wymaga

Ogromną rolę w rozwoju cywilizacji odegrała glina.

Była materiałem dużo tańszym od papieru, łatwiejszym w produkcji i w obróbce, a przy tym pozwalała utrwalić zapisaną w niej informację.

wypracowania czegoś więcej, np. rozbudowanego systemu liczebników.

Potrzeba liczenia prawdopodobnie była ściśle związana z rozwojem rolnictwa i komplikującym się podziałem pracy. Jak liczyć bez liczebników? Archeologia pokazuje, że można. Już 4000 lat p.n.e. stosowano gliniane żetony przypominające swoim kształtem magazynowane dobra. Procedura liczenia mogła wyglądać w ten sposób, że za każdy zmagazynowany przedmiot umieszczono w pojemniku korespondujący z nim kształtem żeton, a za każdy wyniesiony przedmiot wyjmowano żeton. Posługując się tą techniką, nie powiemy, ile jest przedmiotów w magazynie, ale możemy kontrolować stan magazynowy, pokazać go komuś lub – posługując się wagą szalkową – stwierdzić, że w jednym magazynie jest więcej dóbr niż w innym. Ważną rolę odegrały wprowadzone później gliniane „koperty”, w których zamykano żetony. Przed zalepieniem pojemnika odciskano kształt żetonu w mokrej glinie. Potem ktoś musiał uznać, że wystarczy po prostu odciskać kształt żetonu w glinianej tabliczce. Jeszcze później zaczęto stosować różne wielkości kształtów dla określenia ilości dóbr danego typu. W okresie 3200–3100 lat p.n.e. tabliczki z odciskami zastąpiono tabliczkami zapisywanymi znakami ikonicznymi. Piktogramy nawiązywały kształtem do

żetonów. Symbole płodów rolnych były poprzedzane uniwersalnymi symbolami oznaczającymi liczbę. Oznakowanie ilości stało się uniwersalne: tak samo liczono worki mąki i dzbany oliwy.

Wypracowywanie liczebników polegało na powolnym procesie abstrahowania: symbole płodów rolnych w coraz mniejszym stopniu przypominały te płody. Znaki powoli „odklejały” się od materii, którą oznaczały, a materialne artefakty odgrywały tu kluczową rolę. Na początku procesu trudno byłoby wpaść na pomysł, by daną liczbę rzeczy nazwać tuzinem czy dziesiątką. W momencie, gdy posługujemy się znakami, które nie są ikonami (żetony w woreczku), a jedynie wskaźnikami (seria identycznych odcisków na tabliczce), łatwiej jest wymyślić liczebniki. A gdy mamy już koncepcję liczby, otwierają się przed nami zupełnie nowe możliwości. Warto zwrócić uwagę na prozaiczną technologię poznawczą, jaką jest glina. Historia liczenia, ale także historia pisania, pokazują, że ogromną rolę w rozwoju cywilizacji odegrał nie papier, a glina. Ta druga była materiałem dużo tańszym od papieru, łatwiejszym w produkcji i w obróbce, a na dodatek gliniane tabliczki stwarzają wiele interesujących możliwości (np. taką, by informację utrwalić poprzez wypalenie materiału).

Na razie zajmowaliśmy się technologiami, które miały ogromny wpływ na cywilizację jako taką. Jeśli jednak przyjrzemy się wybranym specjalnościom, to tam również dostrzeżemy postępującą kumulację wynalazków, które czyniły osoby rozwiązujące daną klasę problemów sprytniejszymi. Edwin Hutchins w książce „Cognition in the Wild” analizuje od strony antropologii poznawczej prace nawigatorów morskich, skupiając się na systemach poprzedzających nawigację satelitarną. Jak pokazuje, niemal każdy element praktyki i technologii ewoluowały w taki sposób, by ułatwić marynarzom obliczenia oraz zmniejszyć prawdopodobieństwo pojawienia się błędów.

Pozostałości tych wynalazków zachowały się do dziś w terminologii. Długość mili morskiej była podyktowana tym, by obliczenia nawigacyjne były możliwe jak najprostsze. Gdy przyjrzymy się dowolnemu obszarowi specjalizacji, to znajdziemy tam nie tylko rozmaite heu-

rystyki i fachowe „sztuczki”, ale także dedykowane technologie pozwalające szybko, powtarzalnie i niezawodnie rozwiązywać problemy. Kątownik budowlany to materialny komputer cyfrowy służący do skomplikowanych obliczeń. Księga rozrachunkowa prowadzona zgodnie z zasadami podwójnego zaksięgowania to narzędzie umożliwiające zapisywanie i kontrolowanie przebiegu tranzycji oraz planowanie przyszłych działań handlowych. Lista kontrolna to narzędzie zwiększające bezpieczeństwo poprzez podnoszenie spójności uzyskanych wyników.

Permanentna transcendentja

Dotąd mowa była wyłącznie o technologiach dość prymitywnych i nieelektronicznych. Pojawienie się komputerów, bez których dziś nie wyobrażamy sobie naszej cywilizacji, to dalszy krok w rozwoju technologii, które pozwalają nam nabywać lub wynajdywać nowe kompetencje. Nie biegnijmy jednak do przodu, do uczenia maszynowego. Pocziwy arkusz kalkulacyjny to technologia, która zrewolucjonizowała nasze życie na różne sposoby. Być może nie jest to technologia spektakularna, ale to VisiCalc – pierwszy arkusz kalkulacyjny dla komputerów osobistych – pomógł spopularyzować Apple II. Arkusz kalkulacyjny to stara technologia. Arkusze organizujące dane w tabelaryczny sposób pojawiły się już w Babilonie (i tak, stosowano tu glinę, nie papier). Przeniesienie arkusza na medium elektroniczne to nowa jakość, ale nie wynalazek *ex nihilo*.

Docieramy do uczenia maszynowego, głębokich sieci neuronowych i „sztucznych inteligencji”. Warto zastanowić się nad tym, co upowszechnienie się tych technologii oznacza dla naszego rozwoju poznawczego: indywidualnego i zbiorowego. Przede wszystkim otwiera się przed nami możliwość przetrucenia na sztuczną inteligencję tej części naszej pracy, która jest najbardziej frustrująca. W moim przypadku byłaby to korekta i edycja techniczna tekstu, a także wyszukiwanie i archiwizowanie informacji. Będę mógł więcej uwagi i energii poświęcić redakcji merytorycznej i budowaniu argumentu. Sztuczna inteligencja nie jest czymś, co mnie zastępuje: jest asystentką, która pozwala mi zrobić więcej, szybciej, niezawodniej, inaczej.

Przekonującą i prozaiczną wizję owocnej współpracy człowieka i maszyny przedstawił Greg Egan w „Stanie wyczerpania”, opisując pracę dziennikarską. Główny bohater nadzoruje asystujący mu program w toku edycji materiału wideo, korzystając z szeregu standardowych funkcji za pomocą komend głosowych. Dzięki temu może skupić się na istocie swojej pracy. Dodajmy, że Egan opisał to 30 lat temu. Jego intuicja wyda się mniej imponująca, gdy uwzględnimy fakt, że tego typu rozwiązania pojawiają się od dekad. Automatyczne systemy odkryć naukowych oparte na tzw. starej dobrej sztucznej inteligencji (*good old-fashioned AI, GOFAD*), trałujące dane na potrzeby badań, nie są żadną nowością. Generatory tekstowe piszące artykuły naukowe, które można przemycić w prawdziwym czasopiśmie, też są znane od lat. Technologia autopilota zmieniła zakres obowiązków pilotów i pilotek. Od dawna rozwijane są też systemy wspomagające diagnostykę lekarską.

Wsparcie przez sztuczną inteligencję nie uczyni nas istotami wyższego rzędu ani „superludźmi”. A przynajmniej współczesna sztuczna inteligencja nie uczyni nas „superludźmi” bardziej, niż zrobiły to wszystkie poprzednie technologie poznawcze – dziś dla nas przejrzyste i oczywiste. Jeśli toczy się jakaś rewolucja, to jest to rewolucja pokawałkowana i pełzająca.

Andy Clark stwierdził kiedyś, że ludzie od dawna są i pozostaną „urodzonymi cyborgami”. Od samego początku byliśmy uzależnieni od technologii, nie tylko tych poznawczych. Wśród technologii będących „pierwszymi poruszycielkami” wliczyć można ogień i inne techniki obróbki żywności, które pozwoliły naszym przodkom i przodkiniom przyjmować więcej białka i więcej kalorii. Sam rozwój naszego mózgu wymaga dużych ilości obu tych zasobów. A bez sporego, dobrze odżywionego mózgu ucierpiałaby nasza zdolność posługiwania się narzędziami, budowania narzędzi i wykorzystywania narzędzi do budowania innych narzędzi.

Idea transcendentji zakłada, że jakoś przeskoczmy samych siebie jako gatunek lub wykroczymy poza własne ograniczenia. Tak się składa, że jako gatunek nasze ograniczenia przebijamy od tysięcy leci. © ŁUKASZ AFELTOWICZ



■ Tina Oziewicz,
Aleksandra Zajac
**CO UCZUCIA
ROBIĄ NOCĄ?**
Wydawnictwo
Dwie Siostry

Sekrety snu

DLACZEGO ŚPIMY I ŚNIMY? Nauka podsuwa różne odpowiedzi. By oczyścić „bałagan” neuroprzekazników po pracowitym dniu. Żeby skonsolidować wspomnienia, wzmocnić jedne ślady pamięciowe, a porzucić inne. Albo by przećwiczyć emocjonalnie istotne scenariusze zdarzeń, które mogłyby nastąpić na jawie. Niedawno na łamach „Scientific Reports” opublikowano pracę, której autorzy próbowali ustalić, jak działają tzw. funkcjonalne sny. Chodziło o te marzenia senne, które symulują ewolucyjnie istotne zdarzenia. Np. sytuacje zagrażające życiu czy pozycji społecznej.

Aby to ustalić, uczeni wykonali analizę porównawczą. Zestawili ze sobą treści snów mieszkańców Zachodu (Europy, Ameryki Północnej) oraz osób żyjących w zbierackich społecznościach na terenie Tanzanii i Konga. Okazało się, że wizje tych drugich bardziej przypominały koszmary: było w nich więcej sytuacji zagrażających życiu i ogólnie więcej dynamiki. Za to częściej niż u ludzi z krajów rozwiniętych kończyły się katartycznym przeżyciem i uzyskaniem społecznego wsparcia. Śniącego protagonistę zaatakował bawół, ale ktoś bliski zaferował mu pomoc. Albo: ktoś wpadł do studni, ale inny człowiek pomógł mu z niej wyjść. Wygląda więc na to, że to, „co uczucia robią nocą”, bardzo zależy od kontekstu kulturowego, a także od tego, co te same uczucia „robią” za dnia, na jawie. Trzecia książka tego duetu autorki poświęcona uczuciom tym razem zabiera młodych czytelników do zadziwiającej krainy snu. © MAT



GŁÓWNE PASMA FESTIWALU

Poniższe wydarzenia odbywają się w Muzeum Inżynierii i Techniki przy ul. św. Wawrzyńca 15 w Krakowie. Wstęp wolny. Transmisja na żywo codziennie od 17.30 na kanale [youtube.com/CopernicusCenter](https://www.youtube.com/CopernicusCenter). Wykłady i dyskusje w języku angielskim będą tłumaczone symultanicznie na język polski.

WTOREK, 21 MAJA

10.00-11.00
ŚNIADANIE MISTRZÓW:

Agnieszka Chacińska
Skąd czerpiemy energię do życia?
Prowadzenie: Łukasz Kwiatek

Z biologią molekularną, badaczką mitochondriów, dyrektorką Międzynarodowego Instytutu Mechanizmów i Maszyn Molekularnych PAN porozmawiamy o odkrywaniu fundamentalnych procesów występujących w organizmach i podglądaniu wewnętrznego życia komórek. Poruszymy również kwestię doskonałości naukowej oraz problemów, z którymi mierzą się polscy naukowcy.

17.30-18.30
KONFRONTACJE: Czy jesteśmy racjonalni?
Wojciech Załuski, Radosław Zyzik
Prowadzenie: Jędrzej Grodniewicz

Dlaczego tak łatwo wpadamy w pułapki myślenia? Czy zdrowy rozsądek może pokonać chłopski rozum? Jak ustrzeżać się błędów poznawczych? Czy w nauce i społeczeństwie jest jeszcze miejsce dla *Homo oeconomicus*? Czy badacze ludzkiej racjonalności sami są racjonalni? O problemach, jakie mamy z logicznym myśleniem, szacowaniem prawdopodobieństwa oraz uzasadnianiem swoich decyzji, porozmawiają filozof i ekonomista behawioralny. Partnerem pasma Konfrontacje jest Narodowe Centrum Nauki.

19.00-20.00
WYKŁAD:
Piotr Durka, Interfejsy mózg-komputer i poszukiwanie elektrycznych śladów świadomości

Techniki łączenia mózgu z elektroniką nie są wyłącznie fantazjami twórców *science fiction*. Interfejsy mózg-komputer już zmieniają życie – pacjentów z zaburzeniami świadomości, osób po ciężkich urazach mózgu, sparaliżowanych. Prof. Piotr Durka rozwija i wykorzystuje te technologie w badaniach. Podczas wykładu wyjaśni, jak działają i na co obecnie pozwalają.

20.15-21.00
ROZMOWA: Wszyscy jesteśmy cyborgami
Piotr Durka, Wojciech Brzeziński

Po wykładzie porozmawiamy o tym, co rozwój interfejsów mózg-komputer, połączony z dalszymi postęпами w pracach nad sztuczną inteligencją, może zmienić w naszym życiu i społeczeństwie.

ŚRODA, 22 MAJA

10.00-11.00
ŚNIADANIE MISTRZÓW:
Jacek Kitowski
Mózgi elektroniczne i superkomputery
Prowadzenie: Marta Lotka

Z profesorem informatyki związanym z AGH, tamtejszym Cyfronetem oraz Centrum Spersonalizowanej Medycyny Obliczeniowej Sano porozmawiamy o systemach przetwarzania informacji, tempie postępu w informatyce i tym, jak superszybkie komputery, wraz z nowoczesnymi metodami uczenia maszynowego, zmieniają świat.



16.00-17.00
MĄDRE KSIĄŻKI:
Rozstrzygnięcie konkursu dla licealistów
Uczniowie liceów przygotowali filmy reklamowe i autorskie projekty okładek książek nominowanych w konkursie Mądra Książka Roku. Podczas wydarzenia nagrodzimy najlepsze z nich.

17.30-18.30
KONFRONTACJE:
Do czego służy mózg?
Alicja Puścian, Marek Binder
Prowadzenie: Mateusz Hohol

Czy procesy zachodzące w mózgu można w pełni symulować w komputerach, czy też pewne aspekty naszej neurobiologii – emocje, intuicja, świadomość – pozostaną na zawsze niedostępne dla maszyn? Neurobiolożka oraz kognitywista wyjaśnią, w jaki sposób próbujemy zrozumieć budowę i działanie mózgu, i porozmawiają o tym, czy metafora mózgu jako maszyny przetwarzającej informacje więcej wyjaśnia, czy zaciemnia.

19.00-20.00
WYKŁAD:
Agnieszka Pollo, Astronomia (bliskiej) przyszłości: dane, maszyny i ludzie

Prof. Agnieszka Pollo, wicedyrektorka Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku i badaczka z Obserwatorium Astronomicznego UJ, opowie o naszych współczesnych dociekaniach na temat struktury i ewolucji kosmosu – a także o narzędziach, które wykorzystuje kosmologia obserwacyjna. W jakich zadaniach badawczych naukowców zastąpią komputery, a kiedy to ludzie – także ci niezwiązani zawodowo z nauką – mogą działać niczym rozproszony superkomputer, wyjaśniający tajemnice kosmosu?



20.15-21.00
ROZMOWA: Białe plamy na niebie
Agnieszka Pollo, Tomasz Miller

Po wykładzie porozmawiamy z prof. Pollo o tym, czego jeszcze nie wiemy o wszechświecie i gdzie leżą klucze do jego zrozumienia. Ciemna materia i energia, niewidoczne galaktyki, supermasywne czarne dziury... co jeszcze spędza sen z oczu badaczom kosmosu?

CZWARTEK, 23 MAJA

10.00-11.00
ŚNIADANIE MISTRZÓW:
Anna Chrapusta
Odzyskiwanie ciała
Prowadzenie: Anna Goc

O technicznych, medycznych i psychologicznych wyzwaniach chirurgii plastycznej i rekonstrukcyjnej, a także o możliwościach przekształcania i regenerowania uszkodzonego ciała porozmawiamy z lekarką podejmującą się najbardziej wymagających operacji: przyzywiania kończyn, przeszczepów skóry po oparzeniach, rekonstrukcji twarzy.

16.00-17.00
MĄDRE KSIĄŻKI: Gala nagrody głównej

Przedstawimy piętnaście książek nominowanych w konkursach Mądra Książka Roku i Mądra Książka Roku Dla Dzieci (opisujemy je w ramach w tym katalogu) oraz poznamy werdykt jurorów.

17.30-18.30
KONFRONTACJE:
Przyszłość nauki, przyszłość sztucznej inteligencji
Katarzyna Jaśko, Jan K. Argasiński
Prowadzenie: Łukasz Lamża

Sztuczna inteligencja (AI) coraz częściej wyręcza badaczy w modelowaniu rzeczywistości, diagnozowaniu chorób czy projektowaniu nowych leków i wynalazków. Czy wykorzystywanie w nauce algorytmów AI niesie wyjątkowe korzyści, czy także wiąże się

z zagrożeniami? Kim będą naukowcy przyszłości? Czy mózgi elektroniczne pozwolą zapomnieć o problemach trapiących badaczy z krwi i kości?

19.00-20.00
WYKŁAD:
Krzysztof Pyrc
Sekretne życie wirusów

Niedawna pandemia przypomniała o tym, jak wielkim zagrożeniem dla zdrowia publicznego są wirusy – biochemiczne maszyny zdolne zaprogramować obce komórki do generowania własnych kopii. Co wiemy o interakcjach wirusów z organizmami? Na czym polega „natura” wirusów? Prof. Krzysztof Pyrc odsłoni przed nami świat pomysłowych białek, samolubnych genów i permanentnej wojny prowadzonej na poziomie molekularnym.

20.15-21.00
ROZMOWA: Jak żyć w wirusferze
Krzysztof Pyrc, Mariusz Gogół

Po wykładzie porozmawiamy o tym, czy wirusy pełnią w środowisku wyłącznie destrukcyjną funkcję, jak bardzo wirusologia rozwinęła się jako nauka w ostatnich latach, oraz o tym, czy powinniśmy się martwić ryzykiem kolejnych pandemii.

PIĄTEK, 24 MAJA

10.00-11.00
ŚNIADANIE MISTRZÓW: Krzysztof Mikulski
Jako w niebie, tak i na Ziemi
Prowadzenie: Justyna Gałuszka

Z historykiem nowożytności, kopernikologiem i poetą Krzysztofem Mikulskim porozmawiamy o Mikołaju Koperniku – jego życiu codziennym, karierze naukowej i duchownej, zwyczajnych i nadzwyczajnych obowiązkach, a także o tym, jak

najsłynniejszy polski astronom – i patron naszego festiwalu – wyobrażał sobie kosmos i co myślał o prawach rządzących przyrodą.

16.00-17.00
BURZA MÓZGÓW
Łukasz Lamża, Tomasz Miller,
Łukasz Kwiatek, Piotr Urbańczyk,
Diana Sałacka

Popularyzatorzy nauki i twórcy treści na kanale Copernicus na YouTube porozmawiają o tym, czy wyjaśnienia naukowe są bardziej interesujące od mitów i czy za każdym odkryciem naukowym musi stać wciągająca historia. Zapytają także widzów o tematy, które powinny zostać omówione na naszym kanale i podczas kolejnych edycji festiwalu.

17.30-18.30
KONFRONTACJE: Harmonia sfer.
Chaos i porządek we wszechświecie
Marek Kuś, Karol Życzkowski
Prowadzenie: Tomasz Miller

Co wiemy dzisiaj o prawach rządzących wszechświatem w skali mikro i makro? Czy losowość jest naturalną cechą świata? A może każde zdarzenie jest zdeterminowane przez prawa przyrody i zdarzenia poprzednie? Czy we wszechświecie można znaleźć miejsce na ludzką wolność? O tym porozmawiają specjaliści od mechaniki kwantowej, teorii informacji, teorii chaosu i filozofii przyrody.

19.00-20.00
WYKŁAD:
Thomas Plummer, Stone Tools and Human Origins (Narzędzia z kamienia i pochodzenie człowieka)

Paleoantropolog Thomas Plummer zabierze nas w podróż do Wielkich Rowów Afrykańskich, gdzie znajdziemy ślady najstarszej





→ technologii na świecie. Opowie o narzędziach wykonanych 3 mln lat temu i pierwszych przedstawicielach naszego rodzaju.

20.15

ROZMOWA: Our Own Story (Nasza własna opowieść)

Thomas Plummer, Łukasz Lamża

Po wykładzie porozmawiamy z prof. Plummerem o rewolucji, jaka na naszych oczach dokonuje się w paleoantropologii. Co nowe odkrycia z Afryki mówią o rodzaju ludzkim? Jak wiele różnych gatunków człowieka występowało w różnych okresach?

SOBOTA, 25 MAJA

10.00-11.00

ŚNIADANIE MISTRZÓW:

Robert Konieczny

Logika przed gustem

Prowadzenie: Monika Ochędowska

Z wielokrotnie nagradzonym architektem porozmawiamy o jego filozofii twórczej oraz najtrudniejszych zrealizowanych projektach. Zastanowimy się także nad kanonami piękna oraz wadami i zaletami surowej formy.

10.00-14.00

MOBILNE PLANETARIUM

Na placu przed muzeum stanie mobilne planetarium – zapraszamy młodsze dzieci na serię krótkich pokazów i warsztatów.

12.00-13.00

JAK DZIAŁA SPORT?

Spotkanie z Tomaszem Rożkiem

Nieco starsze dzieci – a także te już dorosłe – zapraszamy na wykład i spotkanie z popularyzatorem nauki Tomaszem Rożkiem. Twórca kanału Nauka. To Lubię na YouTube opowie o zaletach aktywności fizycznej i tym, jak na sport można patrzeć od strony naukowej – czemu poświęcił najnowszą książkę.

17.00

KONFRONTACJE:

Poszukiwanie życia w kosmosie.

Debata kopernikańska

Anna Łosiak, Marcin Gawroński

Prowadzenie: Piotr Urbańczyk

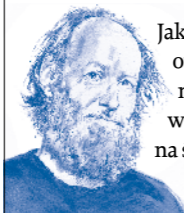
Na wielu obiektach Układu Słonecznego oraz odległych planetach wykryliśmy złożoną chemię, np. aminokwasy i zasady azotowe, które na Ziemi stanowią podstawowe cegiełki życia. Czy to argument za tym, że w kosmosie nie jesteśmy sami? Jakie kryteria muszą spełniać planety, by zrodzić i podtrzymać życie? Czy znalezienie śladów życia w kosmosie zmieniłoby nasze myślenie o nas samych? O tym porozmawiają geolodża planetarna oraz astronom.

19.00-20.00

WYKŁAD:

Lars Chittka, The Mind of a Bee

(Umyst pszczoły)



Jak bardzo różni się świat owadów od tego, który my widzimy – i czy w tym świecie jest miejsce na świadomość, odczuwanie bólu i emocje? Czego

potrafią nauczyć się pszczoły trenowane w laboratoriach – i czy my sami możemy czegoś nauczyć się od pszczół? Specjalista od badań nad zdolnościami poznawczymi owadów prof. Lars Chittka pokaże nam, jak złożone umysły mogą skrywać się w miniatury mózgach owadów.

20.15-21.00

ROZMOWA: Descartes' Error

(Błąd Kartezjusza)

Lars Chittka, Bartosz Baran

Po wykładzie porozmawiamy z prof. Chittką o filozoficznych i etycznych konsekwencjach odkryć na temat owadzych umysłów. Zastanowimy się też, dlaczego wśród badaczy zwierząt tak długo pokutował kartezjański przesąd, iż owady przypominają bezwolne maszyny, których zachowanie zostało genetycznie zaprogramowane.

NIEDZIELA, 26 MAJA

17.30-18.30

KONFRONTACJE:

Czy biologia jest nauką o maszynach?

Łukasz Opaliński, Mariusz Gogół

Prowadzenie: Łukasz Kwiatek

Pompy jonowe, cykle reakcji biochemicznych, szlaki sygnalizacyjne, wiązanie cząsteczek do receptorów, synteza białek, transport substancji – podręczniki do biologii pełne są opisów złożonych mechanizmów. Jak z tej całej komórkowej maszyny wyłania się życie? Co je odróżnia od tego, co nie żyje? Biolog molekularny i biochemik zastanowią się, czy współczesna biologia na dobre wyegzorcyzmowała ducha witalizmu, który przyjmował, iż organizmy napędzane są niefizycznymi „siłami życiowymi”.

19.00

WYKŁAD z koncertem Kateryny Ziabliuk

Dominika Dudek

Czy psychiatria leczy duszę?

Prof. Dominika Dudek

opowie o metodach i narzędziach wykorzystywanych w leczeniu zaburzeń psychicznych. Przedstawi też perspektywę, z jakiej współczesna psychiatria patrzy na kwestię tego, co jest normą, a co zaburzeniem, i wyjaśni, w jaki sposób na nasz dobrostan wpływają nasze geny, relacje z innymi ludźmi, emocje, styl życia, a także całe nasze ciało. Tego wieczoru dobrostan słuchaczom zapewnią również doznania artystyczne – koncert pianistki i kompozytorki Kateryny Ziabliuk.

20.15-21.00

ROZMOWA: Jak zachować równowagę

Dominika Dudek, Łukasz Kwiatek

Po wykładzie porozmawiamy z prof. Dudek o tym, czy żyjemy w czasach kryzysu zdrowia psychicznego i w jaki sposób w świecie, w którym zanikają interakcje między ludźmi, a przy tym wzrasta polaryzacja i nasilają się napięcia społeczne, znaleźć poczucie sensu i spełnienia.



DODATKOWE PASMA FESTIWALOWE

WARSZTATY

Udział w warsztatach jest bezpłatny, ale wymaga mailowej rezerwacji (adres: warsztaty@copernicusfestival.com, szczegóły na copernicusfestival.com).

DIGITAL TWINS. WARSZTATY Z MEDYCINY OBLICZENIOWEJ

Sano – Centrum Medycyny Obliczeniowej (ul. Czarnowiejska 36 w Krakowie, budynek C5). 24 maja, godz. 14.00

Digital Twin to wirtualna kopia stanu ciała pacjenta, umożliwiająca lekarzom i badaczom symulowanie różnych scenariuszy terapeutycznych oraz przewidywanie konsekwencji ich decyzji medycznych. Uczestnicy warsztatów prowadzonych przez Katarzynę Nicholson, Jana Argasińskiego i Macieja Malawskiego będą mieli okazję do stworzenia własnych mikrohistorii ciała, które pozwolą na rozszerzenie tradycyjnego pojęcia cyfrowego bliźniaka o wymiar afektywny, otwierając nowe perspektywy na zrozumienie, jak nasze uczucia i stan psychiczny wpływają na technologie, które tworzymy.



JAK DZIAŁA SYNCHROTRON?

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS (ul. Czerwone Maki 98 w Krakowie).

21 maja, godz. 10.00 (dla młodszych), 22 maja, godz. 15.00 (dla starszych)

Synchrotron jest małym Słońcem na Ziemi, gdzie elektrony rozpędzane do prędkości bliskiej prędkości światła krążą w ringu i emitują promieniowanie. Do czego jest ono wykorzystywane? Jak skonstruowane są działo elektronowe oraz budynek synchrotronu? Podczas oprowadzania wyjaśni to Agnieszka Cudek.



ARTUR CZEKAJ / CEP.UJ

Z kolei z uczniami wybranych liceów porozmawiamy o współczesnej nauce, opierając się na lekturze fragmentów książek popularnonaukowych („Pszczółki. Krótki lot w głąb niezwykłych umysłów”, „Złodzieje. Co okrada nas z uwagi”, „Nauka czytania w myślach. Co neuroobrazowanie może powiedzieć nam o naszych umysłach”, „Serce. Historia naturalna”, „Roztwory i spółka. Świat według chemików”).

PASMO FILMOWE

W Kinie Mikro przy ul. Lea 5 w Krakowie odbędą się pokazy filmów z wprowadzeniem Bogusława Skowronka. Wstęp wolny.

21 maja, godz. 22.00

„Lo i stało się. Zaduma nad światem w sieci” (reż. Werner Herzog, USA 2016, 98’)

22 maja, godz. 22.30

„W nich cała nadzieja” (reż. Piotr Biedroń, Polska 2023, 89’)

23 maja, godz. 22.30

„Podrabiani zakochani” (reż. Casper Christensen, Anthony Hines, USA 2023, 93’)

24 maja, godz. 22.00

„Pies i robot” (reż. Pablo Berger, Hiszpania, Francja 2023, 90’)

25 maja, godz. 22.00

„Yang” (reż. Kogonada, USA 2021, 96’)

KIEDY POJAWIŁ SIĘ CZŁOWIEK?

Centrum Edukacji Przyrodniczej UJ (ul. Gronostajowa 5 w Krakowie).

Warsztaty połączone z wejściem na ekspozycję antropologiczną. 25 maja, godz. 11.00 oraz godz. 13.00

TELESKOPIY: MASZYNY ŚLEDZĄCE WIELKI MECHANIZM WSZECHŚWIATA

Obserwatorium Astronomiczne UJ (ul. Orla 171 w Krakowie).

22 maja, godz. 20.00-23.00, 23 maja, godz. 20.00-23.00

W programie zwiedzanie, miniwykłady oraz – przy dobrej pogodzie – obserwacje teleskopowe. Zajęcia poprowadzą Elżbieta Kuligowska i Tomasz Kundera

LEKCJE CZYTANIA, NAUKA CZYTANIA

W wybranych szkołach podstawowych odbędzie się seria zajęć, podczas których razem z młodszymi i starszymi uczniami będziemy tropić wątki naukowe w tradycyjnej literaturze dla dzieci („Akademii pana Kleksa”, „Doktorze Dolittle i jego zwierzętach”, „Księżde dzungli”, „Alicji w Krainie Czarów”, „Bajkach robotów”).

WYDARZENIA TOWARZYSZĄCE

Wykłady w Aptece Designu (ul. Mikołaja Kopernika 19A w Krakowie)

23 maja, godz. 18.00

Jak to działa? Zabawki napędzane nauką Wykład interaktywny Katarzyny Sosenko z Muzeum Zabawek Kraków

24 maja, godz. 18.00

Maszyny filmowe Juliana Antonisza. Wykład Malwiny Antoniszczak z Instytutu Sztuki i Designu UKEN

MASZYNA WYSTAWIENNICZA

CRICOTECA, UL. NADWIŚLAŃSKA 2-4

22 maja – 23 czerwca 2024

Trudno zrobić wystawę o maszynach. Statyczne spotyka się wtedy z tym, co ruchome. Maszyna od wieków fascynowała twórców i twórczynie. Interesuje tym bardziej dzisiaj, kiedy AI coraz sprawniej naśladuje kreacje i akt twórczy. Dlatego w „Maszynie wystawienniczej” zapraszamy do ujawnienia procesu twórczego, dokonywanego w interakcji z widzami. Jego istotą jest puszczenie wyobraźni w ruch i twórcza praca w miejscu naznaczonym pamięcią Tadeusza Kantora. Grupę artystek i artystów: Piotra Blajerskiego, Tomasza Haładaję, Jana Kowalę i Annę Rutkowską, zapraszamy do odbycia tygodniowych mikrorezydencji w Cricotece, w Galerii Szatnia. Podczas nich będą kolejno po sobie przekształcać i wprawiać w ruch nawzajem własne realizacje, niejako przywołując surrealistyczną zabawę w wybornego trupa, w której uczestnicy po kolei dorysowują elementy rysunku. Inspiracją dla nich będą maszyny stworzone do teatru przez Kantora, np. maszyna aneantyzacyjna oraz ścieżka dźwiękowa z cricotage'u „Maszyna miłości i śmierci”.

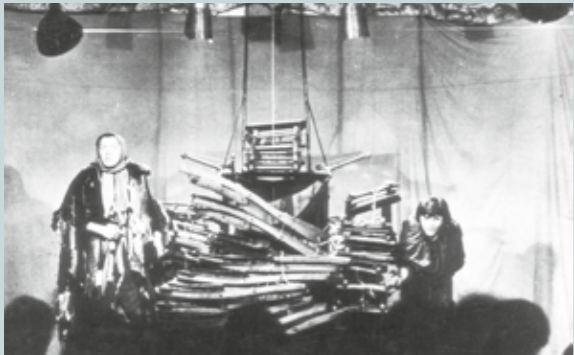
Kantor pisał:

„Maszyna aneantyzacyjna”

(nieforemna masa starych krzesel) gwałtownymi, automatycznymi ruchami wypiera aktorów, wyrzuca „poza”, eliminuje.

Pozostaje śmiesznie mała przestrzeń do życia i gry. Aktorzy usiłują nie dać się zepchnąć zupełnie, utrzymać równowagę, czepiają się jak tonący, rozpaczliwie walczą, odpadają.

Scena z „Wariata i zakonnicy”
Witkiewicza w inscenizacji Tadeusza Kantora



CRICOTECA



PAWEŁ SUDER / MIT

MUZEUM INŻYNIERII I TECHNIKI

MIASTO. TECHNOCZUŁOŚĆ

ZABYTKOWA ZAJEJDZIA NA UL. ŚW. WAWRZYŃCA 15 na krakowskim Kazimierzu, gdzie odbywa się festiwal, to wyjątkowe miejsce, jedyna zachowana w Europie zajezdnia, która dokumentuje rozwój komunikacji miejskiej. Rok temu Muzeum Inżynierii i Techniki w Krakowie otwarło tu nową wystawę stałą „Miasto. Technoczułość”. Jej idea jest przedstawienie szeregu zagadnień technicznych w aspekcie funkcjonowania i rozwoju miasta oraz oddziaływania myśli inżynierskiej na żyjącego w nim człowieka. Kuratorzy wystawy za kluczową uznali perspektywę antropologiczną – usytuowanie w centrum uwagi człowieka jako użytkownika infrastruktury miejskiej. Czynniki ludzki pozwala nie tylko na kontekstową i społeczną analizę rozwoju techniki czy poszczególnych sieci miejskich, ale przede wszystkim umożliwia spójną prezentację poziomu złożoności funkcjonowania miasta i jego oddziaływania na ludzi.

Ekspozycja zaprasza widza na podróż w czasie – od pierwszych koncepcji miast, przez kolejne epoki, w tym obie rewolucje przemysłowe i powojenną modernizację, aż po czasy współczesne, a nawet do przyszłości. Twórcy wystawy starali się przywrócić należne miejsce owemu czynnikowi ludzkiemu w dyskursie historycznym i kulturowym.

W świat myśli inżynierskiej wprowadza aż 600 niezwykłych zabytków techniki, w tym eksponaty o unikatowym charakterze. Narrację uzupełniają repliki, modele, makiety, materiały audiowizualne i zdjęcia.

WARSZTATY I WYKŁADY W GMACHU MIT

Szczegóły i rezerwacje miejsc: mit.krakow.pl
rezerwacja@mit.krakow.pl

MASZYNA DO SZYCIA

środa, 22.05,
godz. 14.00.

Spotkanie poprowadzi
Beata Krzaczynska



PIOTR BAMASIK / MIT X5

Współcześnie trudno to sobie wyobrazić, ale zanim wynaleziono maszynę do szycia, każdą część garderoby, buty, torbę oraz rozmaite akcesoria i wyposażenie domu szyto ręcznie. Łączenie kawałków materiałów czy skóry o różnej grubości za pomocą igły i nici było ciężką pracą. Próby skonstruowania maszyny do szycia w drugiej połowie XVIII w., kiedy to gwałtowny rozwój przemysłu włókienniczego stworzył sprzyjającą atmosferę dla wynalazczości, skończyły się niepowodzeniem. Komu zatem udało się skonstruować pierwszą użyteczną maszynę do szycia, jak ten kluczowy wynalazek pierwszej rewolucji przemysłowej zmienił życie ludzi i wpłynął na rozwój techniki i zmiany cywilizacyjne – tego dowiemy się z prelekcji.

MASZYNA PAROWA. NAPĘD POSTĘPU

czwartek, 23.05,
godz. 14.00.

Spotkanie poprowadzi
Piotr Żabicki



Stworzenie maszyny parowej było jednym z punktów wyjścia dla pierwszej rewolucji przemysłowej. Nieprzypadkowo XIX w. określany jest mianem wieku pary. Wykorzystanie energii zgromadzonej przed milionami lat w postaci złóż węgla do napędu maszyn otworzyło zupełnie nowe możliwości, stwarzając jednocześnie nowe zagrożenia. Parowy napęd dał częściową niezależność od pracy ludzi, zwierząt czy wykorzystania sił natury w wielu obszarach wytwórczości i transportu. Wszelkoność i uniwersalność maszyny parowej umożliwiła skok cywilizacyjny.

MÓZG ELEKTRONOWY DLA KAŻDEGO

czwartek, 23.05, godz. 15.00.
Spotkanie poprowadzi
Krzysztof Chwałowski



Dzięki postępującej miniaturyzacji, zmianom rozwiązań technologicznych i coraz lepszemu rozumieniu i projektowaniu systemów komunikacji człowieka z maszynami komputery stały się dziś wszechobecne. W trakcie spotkania zostaną naświetlone kluczowe momenty, które zdecydowały o rozwoju tych urządzeń cyfrowych.

MASZYNA DO KOMUNIKACJI

piątek, 24.05, godz. 14.00.
Spotkanie poprowadzi
Szymon Czyżyk



Przyczynkiem do rozmowy o przekazywaniu informacji na odległość i służących do tego urządzeniach będzie kabina telefoniczna BN-67 i znajdujący się w niej telefon. Przy okazji dotkniemy tematu telefonizacji Polski – wykorzystania telefonów w domach, biurach i w przestrzeni publicznej w XX w.

DŹWIGNIE POSTĘPU: MASZYNY DO PISANIA I LICZENIA

piątek, 24.05, godz. 15.00.
Spotkanie poprowadzi
Filip Wróblewski



Fenomen skokowego rozwoju związanego z kolejnymi rewolucjami przemysłowymi, które miały miejsce od końca XVIII w., jest związany z mechanizacją pracy. Emblematycznie jest ona kojarzona przede wszystkim z maszynami parowymi, koleją żelazną i fabrykami. Nie były to jednak jedyne urządzenia, które odegrały rolę w procesie industrializacji i globalizacji. Rozwój handlu i operacji giełdowych wymusił prace nad urządzeniami mającymi usprawnić pisanie i liczenie. Miało to znaczący wpływ na ukształtowanie się współczesnej biurokracji.

Warsztaty rodzinne z cyklu **POZNAJEMY MASZYNY PROSTE:**
Przekładnia zębatkowo-liniowa, sobota, 25.05, godz. 14.00.



PROF. PIOTR DURKA z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego nie zgadza się z nazywaniem technologii, nad którą pracuje od lat, „czytaniem w myślach”. Mówi raczej o „odgadywaniu intencji”. Nie zmienia to faktu, że interfejsy mózg-komputer (Brain-Computer Interface, BCI) mogą pozwolić nam komunikować się z ludźmi, którzy dotąd żyli w zupełnie zamkniętym świecie.

Prof. Durka w 2008 r. przeprowadził pierwszą w Polsce demonstrację interfejsu mózg-komputer, w 2012 r. prezentował najszybszy interfejs BCI na targach CeBIT, a potem założył firmę dostarczającą w pełni polską, kompletną technologię BCI. Aktualnie współpracuje m.in. z Kliniką Budzik, opiekującą się pacjentami po ciężkich urazach mózgu. Podczas tegorocznej edycji Copernicus Festival prof. Durka wygłosi wykład o możliwościach i ograniczeniach łączenia mózgow i maszyn.

Nie czytamy w myślach

PIOTR DURKA, FIZYK BIOMEDYCZNY:

Cyberpunkowe wizje dają nam język do rozmawiania o nowych technologiach i granicach wiedzy. Ich pozytywną rolę jest też zainteresowanie błyskotliwych młodych ludzi neuroinformatyką.

WOJCIECH BRZEZIŃSKI: Najstynnij- szym propagatorem interfejsów mózg-komputer jest najbogatszy człowiek świata. Elon Musk od lat zapowiadał, że jego firma Neuralink stworzy „cyfrową telepatię”, a niedawno ogłosił, że ich pierwszy

pacjent za pomocą wszczepionych do mózgu elektrod nauczył się kontrolować kursor na ekranie laptopa. To przełom czy tylko marketing?

PIOTR DURKA: Podobne dokonania widzieliśmy już 20 lat temu, więc to nie jest nic nowego. W Polsce robimy po-

dobne eksperymenty od 2008 r. I to bez wiercenia dziur w czaszce, tylko posługując się starym, dobrym elektroencefalogramem (EEG), rejestrującym fale mózgowe. Faktem jest, że marketing Muska działa – m.in. dzięki temu przychodzi do nas na neuroinformatykę, specjalność

na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, coraz więcej młodych ludzi, którzy zainteresowali się tym, co tak naprawdę za tym stoi. Ale na dzisiaj jedynym jakościowym wkładem firmy Neuralink jest urządzenie do wszczepiania elektrod do tkanki mózgowej.

Robot, który ma precyzyjnie osadzać te elektrody w mózgu.

Rejestracja sygnałów z wnętrza lub z powierzchni mózgu, czyli elektrokortykografia, znana jest od dziesięcioleci. Neuralink stworzył robota, który wprowadza do mózgu większą niż wcześniej liczbę elektrod, omijając naczynia krwionośne, a na koniec urządzenie działa bezprzewodowo. Ale wciąż jest to zaledwie usprawnienie znanej techniki. Podstawowym problemem, jaki napotykamy, chcąc łączyć mózg z komputerem, jest zrozumienie tego, jak mózg działa.

Dopóki tego nie zrozumiemy, nie ma co liczyć na cyberprzestrzeń z „Matrixa”.

Ewolucja nie wykształciła gniazdka, do którego moglibyśmy się podłączyć. Podłączone „fabrycznie” do mózgu kanały wyjściowe to mowa, gestykulacja, mięśnie. Porozumiewamy się za pomocą mięśni – mówimy, piszemy, ruszamy myszką. Wejścia też mamy: uszy, oczy, dotyk. Sama wtyczka do mózgu sprawy nie ułatwia.

Wyobraźmy sobie, że neandertalczyk znalazł laptop i chce się z nim połączyć. Robi dziurę w obudowie, wciska kabel – i co dalej? Nie wie, jak porozumieć się z maszyną, nie zna protokołu. My też nie znamy protokołu, jakim się można sensownie łączyć z mózgiem, pomijając wykształcone przez ewolucję wymienione powyżej kanały – i nie wiadomo, czy kiedykolwiek poznamy. Jest takie powiedzenie, że gdyby mózg był wystarczająco prosty, żebyśmy go byli w stanie zrozumieć, to byłibyśmy na to za głupi.

Jak w takim razie działa interfejs mózg-komputer?

Nie potrafimy czytać myśli, ale czasami możemy w aktywności mózgu dostrzec ślady świadomie generowanych intencji. Podam przykład.

Na ekranie migają słowa „tak” i „nie”, a ja, jako badany, liczę w głowie, ile razy mignęło to słowo, które chciałbym wy-

brać. Dzięki świadomej koncentracji uwagi na wybranym symbolu w chwilach jego prezentacji pojawia się w mózgu tzw. uwagowy potencjał wywołany, widoczny w EEG. Nie pojawia się w odpowiedzi na bodziec, na który nie zwracaliśmy uwagi. Odczytując te potencjały, możemy przekazać do komputera jeden wybór, czyli bit: 0 albo 1, tak lub nie – bezpośrednio z mózgu, bez wykorzystania mięśni. A to już dużo, bo pozwala np. choremu, który nad mięśniami nie panuje, przekazać informację „boli – nie boli”. Z bitów możemy składać litery, słowa...

Jak szybki jest postęp w tej dziedzinie?

Niewielki. W szybkości przekazywania informacji przez ponad ćwierć wieku doszliśmy od pojedynczych liter na minutę do kilkunastu. Choć w tym wysiłku konstruowane są też szybsze, jednostkowe systemy, opierające się np. na elektrodach wkluwanych w korę ruchową. Algorytm trenowany jest na setkach zdań, których pisanie wyobraża sobie badany. Przy dużym zbiorze uczącym, zawierającym zadane teksty, których pisanie wyobrażał sobie pacjent, oraz odpowiadające im aktywności w korze ruchowej, udaje się znaleźć prawidłowości, pozwalające potem na statystyczne przewidywanie kolejnych słów, których pisanie wyobraża sobie ta konkretna osoba, dla której algorytm tworzone. Dla innych osób czy inaczej wklutych elektrod ten algorytm nie będzie już działał, ale wystarczy na potrzeby rekordu Guinnessa – aktualnie 78 słów na minutę.

Przypominam, że to wciąż nie jest czytanie myśli, tylko świadomie generowanych wyobrażeń ruchów ręki. I nie działa bez dużego zbioru uczącego, który musi świadomie wygenerować konkretny użyteczny, oraz treningu. Wymaga też otwarcia czaszki dla wszczepienia elektrod...

Czyli jednak Neuralink?

W takich przypadkach urządzenie Neuralink ułatwi procedurę, ale powtarzam, że nie jest to żaden jakościowy przełom. Elektrokortykografię nie tylko stosuje się od dawna w praktyce klinicznej, ale jest to wręcz jedna z pierwszych technik, którymi badano czynność elektryczną mózgu. Używając tej właśnie techniki na otwartych mózgach zwie-

rzat doświadczalnych, polscy naukowcy Adolf Beck i Napoleon Cybulski *de facto* odkryli mechanizm EEG.

Gdyby nie przypadek historyczny, zamiast „elektroencefalogram” mówilibyśmy „aktywny prąd niezależny”, bo tak właśnie zjawisko to nazwał Adolf Beck. Wyniki swoje opublikował w międzynarodowym czasopiśmie „Centralblatt für Physiologie” w 1890 r. Potem okazało się, że w 1875 r. brytyjski badacz Richard Caton w raporcie z grantu z badań potencjałów na powierzchni kory mózgowej kotów i królików, mierzonych podczas wykonywania przez te zwierzęta ruchów i prostych czynności, umieścił słynne dzisiaj stwierdzenie: „słabe prądy przechodzą przez wzmacniacz (...) nawet pod nieobecność tych ruchów”. Na podstawie tego zdania to właśnie Catona uznaje się za praojca EEG.

Polscy uczeni zastużyli na większe uznanie?

Ich dogłębne i pionierskie badania stały się jednymi z fundamentów współczesnej neurofizjologii – poświęcona jest im niemal połowa książki Mary Brazier o pierwszym półwieczu badań czynności elektrycznej mózgu. Natomiast elektroencefalografia stosowana jako technika badawcza ma 100 lat. W 1924 r. niemiecki psychiatra Hans Berger wykonał pierwszą rejestrację aktywności elektrycznej mózgu z powierzchni głowy.

Od tego czasu w rejestracji EEG nie widać jakościowych przełomów. Mamy oczywiście lepszą jakość sygnału i łatwiejszy w obsłudze sprzęt, więcej elektrod, rejestrację cyfrową – ale to ten sam sygnał co wiek temu. Pozostaje on najlepszym oknem, przez które możemy podglądać działający mózg.

Dlaczego?

Elektroencefalografia nie wymaga specjalnie drogiej aparatury, jest nieinwazyjna i jest w praktyce jedyną techniką, która ma rozdzielczość czasową odpowiadającą tempu zachodzenia procesów neuronalnych. Problemem jest jednak to, że interpretacja EEG jest bardzo trudna i wymaga długiego szkolenia. Wobec pojawienia się nowych metod obrazowania medycznego, takich jak funkcjonalny jądrowy rezonans magnetyczny (fMRI) czy pozytonowa tomografia emisyjna (PET), EEG →



■ Michael Holland, Daniela Olejnikova
MĄDRE ZWIERZĘTA
Wydawnictwo Kropka

Inteligencja naturalna

TAHLEQUAH urodziła swoje pierwsze dziecko w 2010 r. Jej syn był zdrowy i żywiołowy, dlatego kiedy osiem lat później przystępowała do drugiego porodu, nikt nie spodziewał się komplikacji. Niestety – jej pierwsza córka przeżyła tylko pół godziny. Tahlequah nie rozstała się z ciałem: przez cały czas unosiła zwłoki ku górze i nie pozwalała im opaść na dno. Co jakiś czas przybliżała je do powierzchni wody – to typowe zachowanie matek-orek, które czasami muszą pomagać swoim cielętom w zaczerpywaniu oddechu.

Siódmego dnia samica była już bardzo zmęczona unoszeniem martwego potomka. Stawało się to coraz trudniejsze, ponieważ ciało nosiło ślady coraz intensywniejszego rozkładu. Po dziewięciu dniach uczeni, którzy obserwowali stado, stracili matkę z oczu. Zauważyli ją znowu tydzień później – nadal opiekowała się zwłokami. Odizolowała się też nieco od stada, nie żerowała, nie polowała. Dopiero po 17 dniach od porodu, pokonawszy łącznie 1,6 tys. km z młodym unoszonym przy powierzchni, Tahlequah pozwoliła ciału opaść na dno. Co działo się w umyśle tego zwierzęcia? Czy jego reakcję można nazwać żałobą, czy była to raczej dezorientacja? Na te pytania wciąż nie potrafimy odpowiedzieć, ponieważ nadal nie umiemy odpowiednio skutecznie zajrzeć do innych umysłów. Ale wciąż próbujemy i coraz lepiej poznajemy ich złożoność. Z niektórymi jej aspektami młodzi czytelnicy mogą się zapoznać w książce „Mądre zwierzęta”.

© MAT



⇒ zaczęło tracić na popularności. I dopiero wzrost zainteresowania interfejsami mózg-maszyna (BCI) na przełomie stuleci spowodował renesans tej techniki.

Czy wszystkie cyberpunkowe wizje możemy więc włożyć między bajki?

Nie, cyberpunkowe wizje są przydatne, chociażby dlatego, że dają nam język do rozmawiania o nowych technologiach i granicach wiedzy. Ich pozytywną rolą jest też zainteresowanie błyskotliwych młodych ludzi neuroinformatyką.

Możemy spodziewać się, że w tych badaniach nastąpi taki przetom technologiczny, jaki ostatnio obserwujemy np. w pracach nad sztuczną inteligencją?

Moim zdaniem – nie. Tutaj efekt skali, czyli wzrostu dostępności danych i mocy obliczeniowych, jest zupełnie inny niż w sztucznych sieciach neuronowych i dużych modelach językowych, określanymi, nie wiedzieć czemu, mianem „sztucznej inteligencji”. Pokory uczy choćby historia Henry’ego Markrama – naukowca, który w ramach grantu wartego miliard euro obiecał symulację całego mózgu człowieka. W 2009 r. na wykładzie w ramach TED powiedział, że za 10 lat zamiast niego na wykładzie pojawi się myślący hologram. Do dzisiaj oczywiście nie przyszedł.

To co dalej?

To samo co wcześniej: w mediach będą się od czasu do czasu pojawiać mniej lub bardziej związane z rzeczywistością doniesienia, ludzie szukający pieniędzy i popularności będą obiecywać rzeczy bardziej lub mniej niemożliwe, a naukowcy będą nadal prowadzić badania podstawowe i pomagać w implementowaniu nowych wyników i technologii do rozwiązywania społecznie ważnych problemów.

Według WHO średnio co trzecia osoba na świecie cierpi na schorzenia neurologiczne, będące główną przyczyną chorób i niepełnosprawności. Bez choćby częściowego zrozumienia mechanizmów, które je powodują, nie polepszymy znacząco leczenia ani profilaktyki. Szansę na jakościowy postęp dają wyłącznie badania podstawowe, prowadzone i publikowane według naukowych standardów.

Problemy, w których rozwiązaniu technologie BCI mogą pomagać już dzi-

Choroby neurodegeneracyjne

prowadzące do stanu zamknięcia, osoby z przerwaniem rdzeniem kręgowym, pacjenci w stanach zaburzeń świadomości...

Technologie łączące mózg i komputer mogą pomóc wielu ludziom.

siaj (albo jutro), jest całkiem sporo: nawet jeśli ograniczymy się do kwestii medycznych, mamy choroby neurodegeneracyjne prowadzące do stanu zamknięcia, neurorehabilitację osób z przerwaniem rdzeniem, pacjentów w stanach zaburzeń świadomości...

Nad czym konkretnie trwają prace?

Pierwsze badania nad BCI były motywowane chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak stwardnienie zanikowe boczne, które prowadzi do śmierci motoneuronów, czyli kabelków przekazujących impulsy z mózgu do mięśni. Jak już ustaliliśmy, bez kontroli mięśni nie działają naturalne kanały komunikacji. Ale działa mózg, w którym kłębią się wszystkie niezłatwione sprawy i inne myśli, których nijak „na zewnątrz” przekazać się nie da. Piekło na ziemi. Chyba że zbudujemy nowy kanał informacyjny, odczytując sygnały bezpośrednio z mózgu. Wtedy BCI ma sens nawet bez szybkości na miarę rekordu Guinnessa.

Inny przykładem, nad którym pracujemy od lat, jest diagnostyka pacjentów w stanach tzw. zaburzeń świadomości, a potocznie: w śpiączce. Żeby ich terapia miała sens, konieczna jest ocena postępów – inaczej nie wiemy, czy im pomagamy. Klasycznie ta ocena opiera się na kontakcie z pacjentem: jeśli terapia ma usunąć ból, pytamy pacjenta, czy po terapii mniej boli. Ale jeśli chcemy pomóc w przywróceniu świadomości u pacjenta, z którym nie ma (z definicji) kontaktu – jak spytać, jak ocenić skuteczność działań? Najlepiej byłoby informa-



■ Jackson Tom, Ana Djordjevic
ATLAS KOSMOSU
Wydawnictwo Kropka

Zaprzyjaźnij się z planetami

MERKURY, Wenus, Ziemia, Mars, a potem Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Postrzegamy tę kolekcję jako stabilną i pewną – wszak rozmieszczenia planet w Układzie Słonecznym uczymy się już od najmłodszych lat. A jednak nasz rodzimy system solarny nie zawsze miał taki kształt i skład jak obecnie. Przed milionami lat gazowe olbrzymy zajmowały inne pozycje, a planety skaliste dopiero się formowały. Jak te procesy przebiegały? Poszukujemy odpowiedzi na te pytania nie tylko po to, by zaspokoić naszą ciekawość czy potrzebę etykietowania i chronologizowania. Chcemy je poznać również po to, by zrozumieć, jaka kolejność zdarzeń zaowocowała powstaniem planety zdolnej podtrzymać życie.

Do udzielenia tych odpowiedzi przybliżyli nas niedawno np. autorzy pracy opublikowanej w kwietniu 2024 r. na łamach „Science”. Ustalili oni, że Jowisz, Saturn, Uran i Neptun, które orbitowały kiedyś znacznie bliżej Słońca niż obecnie, przeniósł się na swoje współczesne pozycje ok. 60-100 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego. W tym samym okresie (tzw. niestabilności orbitalnej) z protoplanety, która dała potem początek Ziemi, oddzielił się nasz jedyny naturalny satelita, Księżyc. Efekty tych dynamicznych zdarzeń, a także sposoby obserwowania wszechświata i odkrywania jego przeszłości można wraz z dzieckiem prześledzić w bogato ilustrowanym „Atlasie kosmosu”. © MAT

Do udzielenia tych odpowiedzi przybliżyli nas niedawno np. autorzy pracy opublikowanej w kwietniu 2024 r. na łamach „Science”. Ustalili oni, że Jowisz, Saturn, Uran i Neptun, które orbitowały kiedyś znacznie bliżej Słońca niż obecnie, przeniósł się na swoje współczesne pozycje ok. 60-100 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego. W tym samym okresie (tzw. niestabilności orbitalnej) z protoplanety, która dała potem początek Ziemi, oddzielił się nasz jedyny naturalny satelita, Księżyc. Efekty tych dynamicznych zdarzeń, a także sposoby obserwowania wszechświata i odkrywania jego przeszłości można wraz z dzieckiem prześledzić w bogato ilustrowanym „Atlasie kosmosu”. © MAT

Do udzielenia tych odpowiedzi przybliżyli nas niedawno np. autorzy pracy opublikowanej w kwietniu 2024 r. na łamach „Science”. Ustalili oni, że Jowisz, Saturn, Uran i Neptun, które orbitowały kiedyś znacznie bliżej Słońca niż obecnie, przeniósł się na swoje współczesne pozycje ok. 60-100 mln lat po powstaniu Układu Słonecznego. W tym samym okresie (tzw. niestabilności orbitalnej) z protoplanety, która dała potem początek Ziemi, oddzielił się nasz jedyny naturalny satelita, Księżyc. Efekty tych dynamicznych zdarzeń, a także sposoby obserwowania wszechświata i odkrywania jego przeszłości można wraz z dzieckiem prześledzić w bogato ilustrowanym „Atlasie kosmosu”. © MAT

© Rozmawiał WOJCIECH BRZEZIŃSKI

cję o stanie mózgu wyciągnąć bezpośrednio z mózgu. Jednak tu nie wystarczy tomografia komputerowa czy rezonans magnetyczny, bo na nich widać strukturę, a my chcemy ocenić działanie, czyli funkcję. Jednym z pomysłów jest właśnie technologia BCI. Jak mówiliśmy wcześniej, klasyczny sposób przekazywania intencji w BCI bazuje na koncentracji uwagi na wybranym bodźcu. Ślad tej reakcji – bardziej lub mniej wyraźny – można odnaleźć w EEG. I właśnie w takim „odnajdywaniu śladów” interfejsy mózg-komputer wniosły do nauki największe postępy.

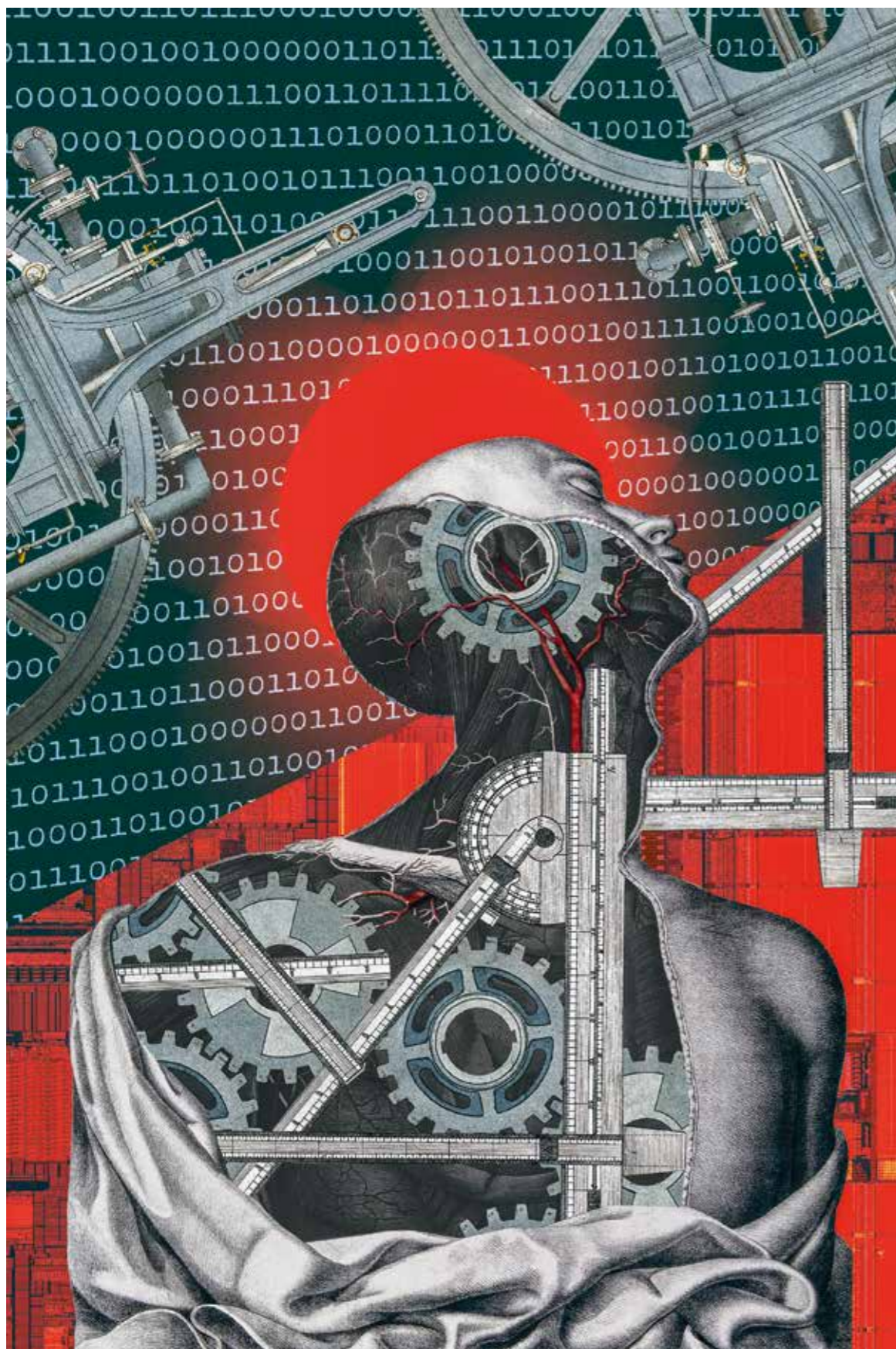
Pewien badacz w ramach grantu wartego miliard euro

obiecał symulację całego mózgu człowieka. W 2009 r. zapowiedział, że za 10 lat zamiast niego na wykładzie pojawi się myślący hologram. Takie historie uczą nas pokory.

Te eksperymenty robią też największe wrażenie: nawiązywanie kontaktów z ludźmi, którzy wydają się nieświadomi.

Pierwsze badania tego typu prowadziliśmy w warszawskiej Klinice Budzik – pierwszym w Polsce wzorcowym szpitalu dla dzieci po ciężkich urazach mózgu.

W ramach testów pokazywaliśmy dzieciom zdjęcia ich ulubionych zabawek, a nagrany wcześniej głos rodzica prosił: „policz, ile razy pojawił się Batman, ale nie zwracaj uwagi na Króliczka”. Nie wiedzieliśmy, czy dziecko słyszy i rozumie tę prośbę, ani nawet czy widzi ekran. Ale jeśli po zbadaniu rejestrowanych potencjałów okazywało się, że potencjał wywołany pojawianiem się Batmana był istotnie wyraźniejszy niż potencjał wywołany



Natalia Polasik „Fuzja techno-organiczna”, 2024 r.

Machina mundi

MARTA BIELIŃSKA, MICHAŁ ECKSTEIN

Starożytnym kosmos jawił się jako swoista maszyna, działająca według ustalonych reguł. Dziś niektórzy fizycy twierdzą, że wszechświat jest komputerem kwantowym.

Czy jednak trybiki maszyny mogą zrozumieć jej sposób działania?

Pewnie spotkaliście się już z metaforą, iż wszechświat jest maszyną. Tylko... jaką maszyną? Skomplikowanym zegarkiem, gigantycznym pecetem, a może tajemniczym komputerem kwantowym?

Próbując odpowiedzieć na to pytanie od razu zauważamy, że pojęcie maszyny jest nieostre i zmieniało się na przestrzeni dziejów. Wszystkie skomplikowane maszyny, w tym maszyny przetwarzające informacje, mają jednak dwie cechy wspólne: po pierwsze, działają w oparciu o pewne ściśle określone prawa i reguły. Po drugie, mogą one funkcjonować „same z siebie” – bez naszego nieustającego wkładu.

Wydaje się, że wszechświat jako całość spełnia oba te kryteria. Rządzą nim prawa przyrody i doskonale radzi sobie bez naszego udziału. Przyjrzyjmy się teraz, jak dawniej wyobrażano sobie maszynę wszechświata – i jak robimy to teraz.

Antyczny ład

Pierwszych wizji świata przyrodniczego jako maszyny można się dopatrywać już w starożytnej Grecji. Pitagorejczycy, odnosząc się do wszechświata, określali go greckim słowem „kosmos”, które po polsku znaczy „porządek”. Wszechświat był dla nich zatem rzeczywistością uporządkowaną, a za zasadę porządkującą uznawali Liczbę. Pitagorejski wszechświat był okrągły i składał się z dziesięciu sfer, które poruszały się względem jego środka, wydając dźwięki. Dzięki szczególnym proporcjom między tymi sferami dźwięki wydawane przez sfery układały się w harmonię.

Głównym aspektem tego modelu świata, który można by uznać za początki mechanistycznego myślenia, jest uporządkowanie świata przez proporcje.

Zachowanie ciał niebieskich było w tym modelu przewidywalne i, zgodnie z przekonaniem Pitagorejczyków, odbywało się bez konieczności nieustannego wprawiania tych ciał w ruch.

Myśląc o pitagorejskim modelu kosmosu, jak również późniejszych rycinach autorstwa Galileusza czy Mikołaja Kopernika, warto wyobrazić sobie astrolabium – prosty przyrząd astronomiczny używany do nawigacji. Dzięki znajomości powtarzających się wzorców zachowań ciał niebieskich i wyznaczaniu ich aktualnego położenia nad horyzontem dało się określić kierunek podróży. Można twierdzić, że zbudowanie takiego przyrządu jak astrolabium nie byłoby możliwe, gdyby wszechświat nie był swoistą maszyną – a skoro takie urządzenie istnieje – i sprawdza się w praktyce! – to wszechświat maszyną być musi.

Wielka księga wszechświata

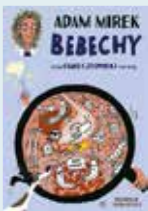
Po raz pierwszy terminu „maszyna” w odniesieniu do wszechświata użył Johannes de Sacrobosco, angielski uczyony z XII w. W swoim dziele „O sferze świata” określił wszechświat jako *machina mundi* – maszyna świata. Według Sacrobosco wszechświat został stworzony w Umyśle Boga, który zaprogramował jego działanie. W dalszych częściach swojego dzieła wykorzystał ten fakt, aby argumentować za cudownym charakterem ukrzyżowania Jezusa, któremu towarzyszyły takie zaburzenia działania maszyny świata jak zaćmienie słońca.

Metafora *machina mundi* została przejęta przez Tomasza z Akwinu. Np. w „Kompendium teologii”, skróconej wersji „Sumy teologicznej”, argumentuje on, że w Nowym Niebie i Nowej Ziemi nie będzie wprawdzie zwierząt i roślin, gdyż są one śmiertelne i podlegają rozkładowi,

ale zachowana zostanie struktura ciał niebieskich i żywy, „gdyż cała maszyna świata jest z nich stworzona”.

Średniowieczne pojęcie maszyny świata było raczej metaforyczne, lecz z biegiem czasu zaczęło nabierać bardziej fizycznego znaczenia. Pomogła temu jeszcze inna metafora – wszechświata jako księgi. Jej źródła leżą głęboko w starożytności. W tradycji judeochrześcijańskiej mówi się czasem, że Stwórca dał nam dwie księgi: Pismo Święte i kosmos. W IV w. wczesnochrześcijański teolog Atanazy Aleksandryjski pisał, że kosmos jest księgą, z której nie tylko uczymy się jego własnych tajemnic, ale być może nawet i strzępków wiedzy o Bogu, której zwykłe pismo nie jest w stanie zawrzeć.

Metafora ta przetrwała również do czasów nowożytnych. Znane są słowa Galileusza pochodzące z jego „Wagi probierczej” (1623 r.): „Filozofia jest zapisana w tej wielkiej księdze, wszechświecie, która nieustannie leży otwarta przed naszymi oczyma”. Galileusz ma tutaj na myśli filozofię naturalną, czyli, używając współczesnych kategorii, nauki przyrodnicze. Dalej dodaje: „Jest ona napisana w języku matematyki i jej literami są trójkąty, okręgi i inne figury geometryczne, bez których jest to po ludzku niemożliwe, aby zrozumieć choć pojedyncze słowo”. W tych słowach Galileusz wyraził swoje przekonanie, że zrozumienie świata fizycznego wymaga wykorzystania narzędzi matematycznych. Skoro jednak wszechświat jest opisywalny za pomocą trójkątów, okręgów i innych figur geometrycznych, to można również się spodziewać, że, według Galileusza, istnieją jakieś matematyczne prawa czy zależności, które rządzą rzeczywistością fizyczną. Te prawa mogą być interpretowane jak algorytmy, a cały wszechświat jako maszyna, →



■ Adam Mirek,
Katarzyna
Cerazy
**BEBECHY,
CZYLI CIAŁO
CZŁOWIEKA
POD LUPĄ**
Znak Emotikon

Ohyda

ODRZUCENIE PRZESZCZEPU

następuje u kilkunastu procent osób. Choć organy zostają dobrane z uwzględnieniem układu zgodności tkankowej, a zabieg jest precyzyjnie przeprowadzony, wciąż istnieje ryzyko, że organizm biorcy uzna obce tkanki za zagrożenie i spróbuje je wyeliminować. Dlatego wciąż pracuje się nad metodami, które pozwoliłyby ograniczyć to ryzyko. Jednym z obiecujących pomysłów jest kapsułowanie komórek, ich hermetyzowanie, czyli nakładanie na nie powłoki z biogodnego polimeru. Ma on osłabić reakcje układu immunologicznego, ale zarazem umożliwić „zamkniętym” w środku komórkom na pobieranie składników odżywczych i usuwanie produktów przemiany materii. Opracowywaniem takich rozwiązań zajmuje się inżynieria biomedyczna – dziedzina, w jakiej specjalizuje się autor „Bebechów” – Adam Mirek. W swojej książce nie przedstawia on wprawdzie dzieciom metod kapsułowania tkanek do przeszczepu, ale za to przystępnie wyjaśnia biomedyczne zagadnienia wzięte z życia codziennego. Na przykład: picie soku pomarańczowego od razu po umyciu zębów może nie być dobrym pomysłem, ponieważ pasty do zębów zawierają laurylosiarczan sodu. Związek ten nadaje produktowi myjącemu pożądaną właściwość, ale tymczasowo utrudnia kubkom smakowym rozpoznawanie smaku słodkiego, a wzmacnia percepcję smaku gorzkiego. Efekt? Jak to ujął sam autor: BLEEE! © MAT

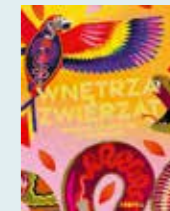


MICHAŁ DYAKOWSKI

Mechanika sfer: czego jeszcze nie wiemy o kosmosie

PROF. AGNIESZKA POLLO specjalizuje się w kosmologii obserwacyjnej, interesuje się ewolucją galaktyk – tym, w jaki sposób ich charakterystyki zmieniały się w kolejnych etapach historii wszechświata. Bada m.in. te galaktyki, które trudno wykryć, ponieważ światło, jakie z nich do nas dociera, jest bardzo słabe. Co kryje się w tych niemal niewidocznych – nawet dla naszych najlepszych teleskopów – częściach wszechświata? Jak wiele obszarów jest dla nas niedostępnych poznawczo? Czy na odkrycie czekają w nich jakieś egzotyczne związki bądź nieznanne nam jeszcze struktury materii? Prof. Pollo jest przekonana, że to właśnie w niewidocznym wszechświecie

znajdują się odpowiedzi na wiele zagadek współczesnej kosmologii. Zawodowo prof. Pollo związana jest z Zakładem Astronomii Gwiazdowej i Pozagalaktycznej Obserwatorium Astronomicznego UJ, jest także wicedyrektorką Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku. Podczas Copernicus Festival prof. Pollo opowie o współczesnych próbach zrozumienia „machiny świata” i technologiach, które są w tym celu wykorzystywane – m.in. zbieraniu danych kosmologicznych i narzędziach do ich automatycznego rozpoznawania i klasyfikowania.



■ Barbara
Taylor,
Margaux
Carpentier
**WNĘTRZA
ZWIERZĄT**
Wydawnictwo
Kropka

Pomysły ewolucji

DO OGONA ŻMII

z gatunku *Pseudocerastes urarachnoides* przytwierdzony jest pająk. A w zasadzie twór do złudzenia go przypominający. Podobnie jak u grzechotnika końcówka ogona przekształciła się w grzechotkę, tak u *P. urarachnoides* – w bezkręgowca o gładkim, tłustym odwłoku i szybkich, szczyptych odnóżach. Na iluzję nabierają się polujące na pająki czy owady ptaki, które z kolei stanowią ulubiony posiłek tej endemicznej dla Iranu żmii. Wabi ona swoje ofiary na fantomową przekąskę, a następnie sprawia, że to one kończą w charakterze posiłku. To przykład nietypowej i wyspecjalizowanej adaptacji anatomicznej, która stała się podstawą funkcjonowania tego gada i zarazem jego wyróżnikiem. Ale wiele mają w zanadrzu także innych niezwykłych cech. Wiele z nich posiada narządy umożliwiające „widzenie” ciepła. Potrafią rozróżnić dwa obiekty, których różnica ciepłoty wynosi zaledwie jedną tysięczną stopnia Celsjusza. Co więcej, w mózgach tych gadów dochodzi do integracji danych sensorycznych zbieranych przez narządy ciepłone oraz informacji na temat światła widzialnego, odbieranych przez oczy. Dlatego niektóre żmije widzą zarówno ciała swoich ofiar, jak i precyzyjne „łuny” temperaturowe, jakie są przez nie emitowane. O innych adaptacjach – występujących nie tylko u węży – można przeczytać we „Wnętrzach zwierząt” – książce, która nie tylko opisuje anatomię, ale też bardzo barwnie ją ilustruje. © MAT

→ której działanie, raz zapisane w matematycznej księdze, już na zawsze determinuje jej ewolucję.

Bóg-zegarmistrz

Nowożytność przyniosła jeszcze inną mechanistyczną metaforę. Wielu uczonych wyobrażało sobie wszechświat jako gigantyczny, nastawiony przez Boga zegar, co prowadziło czasem do światopoglądowych konfliktów. Gottfried Wilhelm Leibniz, niemiecki filozof i matematyk, w którego rozprawach filozoficznych metafora świata jako zegara najsilniej wybrzmiała, był oskarżany przez brytyjskiego filozofa Samuela Clarke’a o deizm – sprowadzanie Boga do roli zegarmistrza i wyrugowanie Bożej Opatrzności ze świata. Ten konflikt miał zresztą posmak osobisty – Clarke był uczniem Izaaka Newtona, z którym Leibniz przez lata rywalizował na polu przyrodniczym i matematycznym.

W XX w. pojawił się z kolei zupełnie nowy typ maszyn – maszyny liczące. Każdy komputer jest *de facto* pewną bardzo skomplikowaną maszyną fizyczną. Rolę trybików pełnią tranzystory, a zamiast ruchu przenoszone są impulsy elektryczne.

Rewolucyjnym elementem nowej maszyny jest przetwarzanie informacji zgodnie z pewnymi regułami (oprogramowaniem). Dzisiaj przecież mało kogo interesują szczegóły budowy laptopa i podstawowe fizyczne mechanizmy jego działania. Kluczowe jest to, że komputer można swobodnie programować, tak aby przetwarzał informacje.

Samo pojęcie informacji jest bardzo szerokie, ale w kontekście komputerów sprowadza się ono do ciągów zer i jedynek, czyli bitów. Przy użyciu odpowiednio długiego ciągu bitów można zapisać dowolny tekst w dowolnym alfabecie, a także zakodować np. obraz czy dźwięk. Matematyczną podstawą działania komputera jest koncepcja tzw. maszyny Turinga. Oznacza to, że komputer za pomocą deterministycznych algorytmów (niezawodnych „przepisów” przeprowadzania rozmaitych operacji krok po kroku) przetwarza dane początkowe zapisane w formie szeregow zer i jedynek, i zwraca wynik w tej samej formie.

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że metafora świata jako komputera nie może mieć racji bytu – przecież świat

to obiekty fizyczne, a nie ciągi zer i jedynek! Z drugiej strony, przy odrobinie wyobraźni można stwierdzić, że każdy układ fizyczny jest swoistym komputerem, bo jakąś informację przetwarza np. roślina, w procesie fotosyntezy, przyjmuje informację niesioną przez fotony i zwraca przetworzoną informację w emitowanych cząsteczkach tlenu. Choć trudno by było na takim „komputerze” coś policzyć, to nie da się zaprzeczyć, że jakiś algorytm jest związany z procesem fotosyntezy. Wszechświat moglibyśmy sobie więc wyobrazić jako superkomputer, który nieustannie przetwarza informacje o wszystkich zachodzących w nim zjawiskach – albo realizuje odpowiadające za te zjawiska algorytmy.

A może komputer kwantowy?

Oprócz narodzin informatyki, XX w. przyniósł jeszcze jedną rewolucję pojęciową. Okazało się bowiem, że świat atomów wymaga zupełnie innego opisu niż świat makroskopowy. W świecie mikroskopowym rządzą prawa mechaniki kwantowej. Obiektom fizycznym nie można przypisać zwykłych własności, takich jak położenie, prędkość czy barwa. Zamiast tego używamy tzw. funkcji falowej czy też ogólniej: stanu kwantowego. Makroskopowe cechy wyłaniają się z mikroświata dopiero w trakcie pomiaru.

Zostawmy jednak problem przejścia od opisu kwantowego do klasycznego i wyobraźmy sobie, że żyjemy w świecie czysto kwantowym – nie ma żadnych obiektów i właściwości, są tylko stany kwantowe. Taki świat okazuje się być dużo bogatszy niż świat klasyczny dostępny dla naszych zmysłów, bowiem przestrzeń stanów kwantowych jest znacznie większa niż przestrzeń stanów klasycznych. Jest tak, ponieważ w świecie kwantowym występuje cała masa różnych dziwnych stanów, np. superpozycji dwóch cech czy tzw. stanów splątanych, w których dwie cechy odległych cząstek silnie są skorelowane.

Najprostszym stanem kwantowym jest kubit, który można sobie wyobrazić jako punkt na sferze. Na jej północnym i południowym biegunie znajdują się stany klasyczne, zwykle oznaczane przez 0 i 1. Mechanika kwantowa dopuszcza jednak rozmaite kombinacje stanów pośrednich – każdemu punktowi na sferze odpowiada inny stan kwantowy. Kubit można →

→ zatem postrzegać jako daleko idące uogólnienie bitu – podstawową jednostkę informacji kwantowej.

Stąd już prosta droga do tego, aby wyobrazić sobie kwantową maszynę liczącą, czyli urządzenie przetwarzające informację kwantową. Takie urządzenia już istnieją i wiele wskazuje na to, że w ciągu najbliższych dwóch dekad mogą zrewolucjonizować rynek komputerowy. Komputer kwantowy, opierający się na kwantowych algorytmach, jest bowiem znacznie szybszy niż jakikolwiek komputer klasyczny. Dzieje się tak dlatego, że mechanika kwantowa zamiast na pojedynczych bitach pozwala operować niejako równoległe na całych ich zestawach (superpozycjach).

Choć wizja wszechświata czysto kwantowego wydaje nam się absurdalna – w końcu empirycznie mamy dostęp tylko do świata klasycznego – to jest ona silnie podbudowana teorią. Ktoś mógłby przecieć argumentować, że wszystko, w tym my sami, składa się z atomów, a atomy są kwantowe... Czy zatem można powiedzieć, że wszechświat nie jest zwyczajnym komputerem – tylko komputerem kwantowym?

Wizja wszechświata jako kwantowego komputera rozpala wyobraźnię wielu fizyków. Seth Lloyd, profesor fizyki w Massachusetts Institute of Technology, poświęcił całą książkę „Programowanie wszechświata” argumentowaniu, że świat jest właśnie takim komputerem. Jego poglądy najlepiej podsumowuje zdanie z tej książki: „Cząstki nie tylko się zderzają, one obliczają”.

Trybiki w maszynie

Czy zatem wszechświat rzeczywiście jest wielkim komputerem kwantowym? Raczej jest to kolejny przykład dziejowy ukazujący to, jak wynalazki i odkrycia naukowe kształtują idee filozoficzne. Podobnie jak upowszechnienie się przyrządów mierniczych opartych na powtarzających się ruchach ciał niebieskich mogło zainspirować Sacrobosco do ukucia pojęcia *machina mundi*, a upowszechnienie się drukowanych książek mogło skłonić Galileusza do spojrzenia na wszechświat jako na księgę – tak również i część z nas, zafascynowanych najnowszymi technologiami, pragnie wierzyć, że wszechświat jest komputerem kwantowym. Z niegającym optymizmem postrzegamy świat

Jako pierwszy terminu „maszyna”

w odniesieniu do wszechświata użył Johannes de Sacrobosco, angielski uczony z XII w. Według Sacrobosco „maszyna świata” została stworzona w Umyśle Boga, który zaprogramował jej działanie.

przez pryzmat najnowszych teorii fizycznych zapominając, że poprzednie pokolenia z podobnym entuzjazmem ogłaszały coraz to nowe ostateczne teorie opisujące wszechświat.

Zauważmy jednak, że sama wizja mechanistyczna pozostała właściwie niewzruszona od czasów Pitagorejskich aż po XXI w. Jest ona tak żywotna, ponieważ sukcesy nowożytnej fizyki utwierdziły nas w przekonaniu, że wszechświatem rzeczywiście rządzą pewne prawa, które wydają się być zupełnie niezależne od nas samych. Choć prawdopodobnie nigdy nie odkryjemy „praw ostatecznych”, to jednak nasza wiedza na temat mechanizmów świata niewątpliwie narasta. Co więcej, nauczyliśmy się wykorzystywać te prawa, żeby samemu budować maszyny na obraz i podobieństwo tych występujących naturalnie w strukturach wszechświata.

Na tym mechanistycznym obrazie jest jednak pewna skaza, a tą skazą jesteśmy my sami. Rzecz w tym, że aby naprawdę zrozumieć działanie maszyny, trzeba na nią spojrzeć z zewnątrz. To jest *de facto* istota działania nauk przyrodniczych. Staramy się możliwie najlepiej wyizolować jakiś układ fizyczny czy biologiczny i badamy prawa nim rządzące poprzez rozmaite eksperymenty. Często przed roz-

poczęciem badań mamy już jakieś teorie i hipotezy, ale ostatecznie to eksperyment rozstrzyga, czy mamy rację, czy nie. Żeby taka procedura miała sens, nasza aparatura badawcza nie może być częścią badanego układu. W przeciwnym razie pytanie, które stawiamy programując aparaturę – np. jaka jest masa M danej cząstki – jest źle postawione, ponieważ sam układ modyfikuje nasze pytanie, zanim udzieli odpowiedzi. Na przykład, zmierzone M będzie sumą masy cząstki i jakiegoś elementu aparatury.

Jeśli więc twierdzimy, że wszechświat jest maszyną, to natrafiamy na dylemat. Albo jesteśmy bezwolnymi trybikami owej maszyny, albo jesteśmy w jakimś sensie „poza wszechświatem”. Żadna z tych opcji nie wydaje się dobra.

W pierwszym przypadku nasze eksperymenty i wszystkie nasze działania są pozbawione znaczenia, bo wszystko zostało już „zapisane w gwiazdach”. To wydaje się zupełnie sprzeczne z codziennym doświadczeniem zmieniania świata, choćby poprzez maszyny i urządzenia, które naprawdę działają tak, jak zamierzaliśmy. Można też twierdzić, że jesteśmy nie tyle mechanicznymi trybikami, co raczej wirtualnymi bytami w jakieś komputerowej symulacji – podobni do bohaterów książki czytanej przez kogoś innego. To pogląd logicznie dopuszczalny, choć na wielu płaszczyznach problematyczny. Jeśli wszystko jest symulacją, to jaki sens ma na przykład odpowiedzialność za swoje czyny? Czy uczestnicy symulacji mogliby kiedykolwiek przekonać się, że ona istnieje bądź nie? Z punktu widzenia samej nauki to zresztą rozważania jałowe, bo naukowcy tak czy inaczej są zdeterminowani, żeby poznawać i modelować wszechświat.

Jeśli z kolei stawiamy się poza wszechświatem, to łądujemy również poza prawami przyrody. O zgubnych konsekwencjach takiej próby przekonał się Ikar, któremu zdawało się, że pokonał prawo powszechnego ciężenia, ale dopadła go termodynamika.

Wygląda na to, że zmuszeni jesteśmy ciągle meandrować pomiędzy niewzruszonością praw i naszą wolnością eksperymentowania. Choć może kolejne odkrycia fizyki i matematyki ukażą nam Nową Maszynę, której trybiki aktywnie uczestniczą w jej budowaniu.

© MARTA BIELIŃSKA, MICHAŁ ECKSTEIN



REKLAMY



ODWIEDŹ COLLEGIUM MAIUS I STAŃ OKO W OKO Z HISTORIĄ

MUZEUM UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
jubileusz 60-lecia otwarcia dla publiczności

 maius.uj.edu.pl  @muzeumUJ  @jagiellonianuniversitymuseum





A. WYKROTA

Kinga Kamieniarz-Gdula (stoi w środku) wraz ze współpracowniczkami



PROGRAM LORÉAL-UNESCO DLA KOBIECI I NAUKI

Elżbieta Wątor

30 tysięcy projektów, 21 tysięcy laureatów

ANNA KORZEKWA-JÓZEFOWICZ

Narodowe Centrum Nauki jest agencją powołaną do wspierania badań podstawowych, czyli prac empirycznych lub teoretycznych, których celem jest zdobywanie nowej wiedzy, bez nastawienia na bezpośrednie zastosowanie komercyjne.

Hasło „Maszyna”, które przyświeca tegorocznemu Copernicus Festival, występuje 188 razy w dostępnej online bazie projektów Narodowego Centrum Nauki. Znajdziemy tu m.in. projekty pod tytułem „Sztuczne ciała/żywe maszyny w laboratorium sztuk performatywnych”, „Analiza i modelowanie procesu przetwarzania informacji wzrokowej w układzie człowiek – maszyna” i „Przełomowa metoda biodruku wspomagana technikami mikroprzeptywowymi oraz sztuczną inteligencją: na drodze do stworzenia atlasu modelowania *in vitro* tkanek ludzkich”. Badania te, jak niemal 30 tysięcy innych projektów, zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki. Laureaci grantów NCN i nagrody przyznawanej przez Centrum wystąpią w trakcie wszystkich dni festiwalowych.

Centrum działa na rzecz wzrostu znaczenia polskiej nauki na arenie międzynarodowej oraz podniesienia jakości i efektywności badań dzięki konkurencyjnemu systemowi przyznawania grantów. Agencja regularnie ogłasza konkursy na projekty badawcze, stypendia doktorskie i staże podoktorskie. Wspiera badania w trzech obszarach nauk – humanistycznych, społecznych i o sztuce, ścisłych i technicznych oraz o życiu.

POŁOWA DLA MŁODYCH

W ofercie NCN są konkursy przeznaczone dla naukowców na każdym etapie kariery – skierowane do osób rozpoczynających pracę, dojrzałych badaczy, a także takie, w których młodzi naukowcy rywalizują z bardziej doświadczonymi. W 2023 r. NCN przekazało naukowcom na badania ponad 1,2 mld złotych. 50 proc. tej kwoty

wsparto rozwój młodych badaczek i badaczy.

Dzięki finansowaniu z NCN młodzi naukowcy mają szansę na zrealizowanie projektów, zbudowanie własnych zespołów, stypendia w szkołach doktorskich lub zatrudnienie w polskich jednostkach naukowych. Możliwość uzyskania finansowania w rzetelnej procedurze, opartej na ocenach międzynarodowych ekspertów, zatrzymała ich w Polsce lub zachęciła do powrotu do kraju. Jest już całe pokolenie młodych badaczek i badaczy, które naukowo dojrzewało pod parasolem agencji.

Elżbieta Wątor z Małopolskiego Centrum Biotechnologii UJ podkreśla, że grant NCN pozwolił jej na znaczne rozwinięcie warsztatu badawczego – opanowanie nowych technik laboratoryjnych, nawiązanie współpracy z zagranicznymi badaczami i zwiększenie kompetencji z zarządzania projektami. Badaczka zajmuje się hypuzynacją – unikalną modyfikacją potranslacyjną, której ulega tylko jedno

białko – eIF5A. – Modyfikacji tej brakuje w niektórych chorobach genetycznych, a w innych schorzeniach, takich jak np. nowotwory, jest jej za dużo. Opracowaliśmy molekularny mechanizm pierwszego etapu tej modyfikacji przy pomocy biologii strukturalnej, a teraz wykorzystujemy tę wiedzę, aby opracować specyficzne aktywatory i inhibitory tego szlaku – mówi naukowczyni. Badaczka jest laureatką grantu w konkursie dla naukowców przed doktoratem i wykonawczynią w dwóch innych projektach finansowanych przez Centrum.

NAGRODA NCN

To najważniejsze wyróżnienie – przyznawane od 2013 r. – dla młodych naukowców pracujących w Polsce. Otrzymały ją dotąd 33 osoby. Podstawowym kryterium, jakim kieruje się kapituła oceniająca osiągnięcia kandydatów do nagrody, jest ich doskonałość naukowa i międzynarodowa rozpoznawalność. W 2023 r. wyróżnienie otrzymali prof. Katharina Boguslawski,

chemiczka kwantowa z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, dr Karolina Ćwiek-Rogalska, kulturoznawczyni z Instytutu Sławiści PAN, i prof. Łukasz Opałiński, biolog molekularny z Uniwersytetu Wrocławskiego. Laureatów tegorocznej nagrody poznamy tradycyjnie jesienią.

NCN, PÓŹNIEJ ERC

– Bez wsparcia i grantów NCN nie pracowałbym naukowo w Polsce i nie zdobyłbym grantu Europejskiej Rady ds. Badań dla polskiej jednostki naukowej – mówi prof. Michał Tomza. Badacz z Uniwersytetu Warszawskiego jest chemikiem i fizykiem, specjalizuje się w kwantowym opisie materii w ultraniskich temperaturach. W 2022 r. otrzymał Starting Grant ERC. Od 2007 r., czyli od początku istnienia, Europejska Rada Badań Naukowych (ERC) przyznała 83 granty naukowcom pracującym w polskich ośrodkach naukowych, 71 z nich otrzymali badacze i badaczki, którzy wcześniej realizowali projekt NCN. – Formuła konkursowa NCN jest bardzo podobna do

ERC, co ułatwiło mi pisanie wniosku. Miałam to już przećwiczone – mówi prof. Kinga Kamieniarz-Gdula z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, która również otrzymała grant StG w 2022 r. – Po drugie, to że jestem kierownikiem grantu, a w jego ramach również promotorem w szkole doktorskiej, sprawiło, że panel i recenzenci nie mieli wątpliwości co do mojej samodzielności, umiejętności zarządzania zespołem i dojrzałości do podjęcia wyzwania, jakim jest realizacja grantu ERC – dodaje badaczka. Naukowczyni zajmuje się końcami genów. Większość ludzkich genów ma kilka alternatywnych końców. Zazwyczaj alternatywny koniec moduluje funkcję genu, ale w niektórych wypadkach może skrajnie ją zmienić. Na przykład gen zapobiegający powstawaniu raka może zacząć stymulować jego wzrost. Celem projektu prof. Kamieniarz-Gduli jest zrozumienie, co determinuje, który koniec genu jest wykorzystany w danych warunkach.

EUROPEJSKIE SIECI

NCN jest aktywne na arenie międzynarodowej. Wraz z niemieckim Towarzystwem Maxa Plancka prowadzi program DIOSCURI mający na celu utworzenie Centrów Doskonałości Naukowej w Polsce. Jest też koordynatorem dwóch europejskich sieci – CHANSE i QuantERA. Pierwsza z nich wspiera badania w dziedzinie nauk humanistycznych i społecznych. – Rola lidera pozwala nam zwrócić szczególną uwagę na problemy istotne z punktu widzenia Polski oraz – szerzej – naszego regionu Europy, wywołane skutkami pandemii czy agresją Rosji na Ukrainę, a także wyzwania związane z cyfryzacją i zmianami klimatu – mówi dr Malwina Gębalska, koordynatorka programu CHANSE.

Druga sieć promuje ambitne projekty dotyczące fundamentów i najnowocześniejszej inżynierii w dziedzinie technologii kwantowych oraz monitoruje działania i strategię w tej dziedzinie. QuantERA sfinansowała dotąd ponad sto międzynarodowych

projektów z zakresu badań podstawowych i aplikacyjnych, w które zaangażowanych jest blisko 550 grup badawczych. – Doskonale wiemy, co się dzieje w technologiach kwantowych, jakiego rodzaju projekty są realizowane w tym momencie w Europie, a przede wszystkim mamy wpływ na kierunki rozwoju tej dziedziny – komentuje Sylwia Kostka, koordynatorka programu.

W niemal 40 projektach sfinansowanych przez sieć zaangażowani są naukowcy pracujący w polskich ośrodkach. – Koordynacja programu przez NCN usytuowała nas w centrum wydarzeń i dodatkowo przyczyniła się do promocji polskiego środowiska kwantowego – mówi dr Radek Łapkiewicz z Uniwersytetu Warszawskiego, laureat konkursu QuantERA, zajmujący się wykorzystaniem efektów kwantowych w obrazowaniu.

NCN jest również operatorem obszaru „Badania” w zakresie badań podstawowych, finansowanego z funduszy EOG i funduszy norweskich. ©

LECH MAZURCZYK

NCN W LICZBACH

lata 2011–2023

29 584

finansowanych projektów

21 111

laureatów

15,69 mld zł

przyznanego finansowania

71 spośród 83

grantów Europejskiej Rady Badań (ERC) otrzymali laureaci grantów NCN

86%

>91% ekspertów i niemal 98% recenzentów oceniających wnioski w konkursach NCN w 2023 roku to naukowcy afiliowani za granicą



50 proc.

kwoty przyznanej w ubiegłym roku naukowcom trafiło do młodych badaczek i badaczy

A jeśli wszystko przenika umysł?

MARZENA ZDANOWSKA

Panpsychizm to dziwny pogląd: głosi, że świadomość nie jest zarezerwowana dla ludzi czy zwierząt, ale dałoby się ją znaleźć także w kamieniach, maszynach i atomach. Warto go jednak traktować poważnie.

W zeszłym roku David Chalmers i David Bourget opublikowali wyniki ankiety na temat poglądów filozoficznych filozofów. Jedno z pytań dotyczyło zagadnienia świadomości. 7,5 proc. respondentów zaznaczyło w tej rubryce panpsychizm.

Trudny problem świadomości

Choć intuicyjnie wszyscy podejrzewamy, co może oznaczać termin „świadomość”, i mimo że wszyscy mamy do niej bezpośredni dostęp, w dyskusjach filozoficznych pojęcie to nie ma jednej ustalonej definicji. Jednym z popularnych punktów wyjścia rozmowy na ten temat jest esej Thomasa Nagela „Jak to jest być nietoperzem?” z 1974 r. Autor pokazuje w tym tekście, że człowiek, nawet jeśli przeanalizuje całą wiedzę, jaką mamy o nietoperzach, o ich zmysłach, ich zdolności echolokacji i trybie życia, nie potrafi zrozumieć, jak to jest być nietoperzem z punktu widzenia nietoperza. Możemy sobie wyobrazić, jak czułby się człowiek, mając podobne możliwości i ograniczenia, ale sama perspektywa nietoperza jest dla nas niedostępna. Podobnie perspektywa człowieka – twierdzi Nagel – jest niedostępna dla nietoperza i byłaby niedostępna dla inteligentnych istot, które kiedyś mogłyby przylecieć na Ziemię w statku kosmicznym. Wynika z tego, że prawda o doświadczeniu innych istot może być niewyrażalna w ludzkim języku.

Przez ostatnie pół wieku tyle wydarzyło się na gruncie neuronauk, wiedzy o funkcjonowaniu zwierząt, roślin i grzybów, czy w końcu w świecie robotyki i informatyki, że trudno dziś poważne rozmowy o świadomości prowadzić w oderwaniu od innych dziedzin. Stąd też nie jest rzadkością widok filozofa debatującego z neurobiologiem o znaczeniu technik neuroobrazowania dla rozumienia świadomości czy o wpływie substancji psychoaktywnych na doświadczenia zmysłowe.

Panpsychiści lubią wykorzystywać takie spotkania, żeby wykazać, że konkurencyjne podejście filozoficzne – materializm – jest wobec świadomości bezsilne. Materializm zakłada, że świadomość można sprowadzić do fizycznych zjawisk zachodzących w mózgu, a badanie działania neuronów i neuroprzekazników powinno według tego podejścia wyjaśniać powstawanie świadomości. Na razie daleko jednak jesteśmy od jasnego wykazania, w jaki sposób procesy neuronalne miałyby generować subiektywne, świadome doświadczenia (np. smaku truskawki) czy choćby niezbędny dla takich doświadczeń sam stan przytomności.

Jak atom w cząsteczce

Jednym z częstych gości debat z panpsychistami jest Anil Seth, kierownik Centrum Badań nad Świadomością na Uniwersy-

tecie Sussex. Choć nie traci wiary w to, że kiedyś uda się wyjaśnić procesy tworzące świadomość przy pomocy urządzeń w laboratorium, lubi przytaczać cytaty z „The International Dictionary of Psychology” z 1989 r., w którym Stuart Sutherland przekonywał: „Świadomość to fascynujące, ale i nieuchwytnie zjawisko – nie da się określić, czym jest, jak działa albo po co powstała. Do tej pory nie napisano na ten temat niczego, co byłoby godne uwagi”.

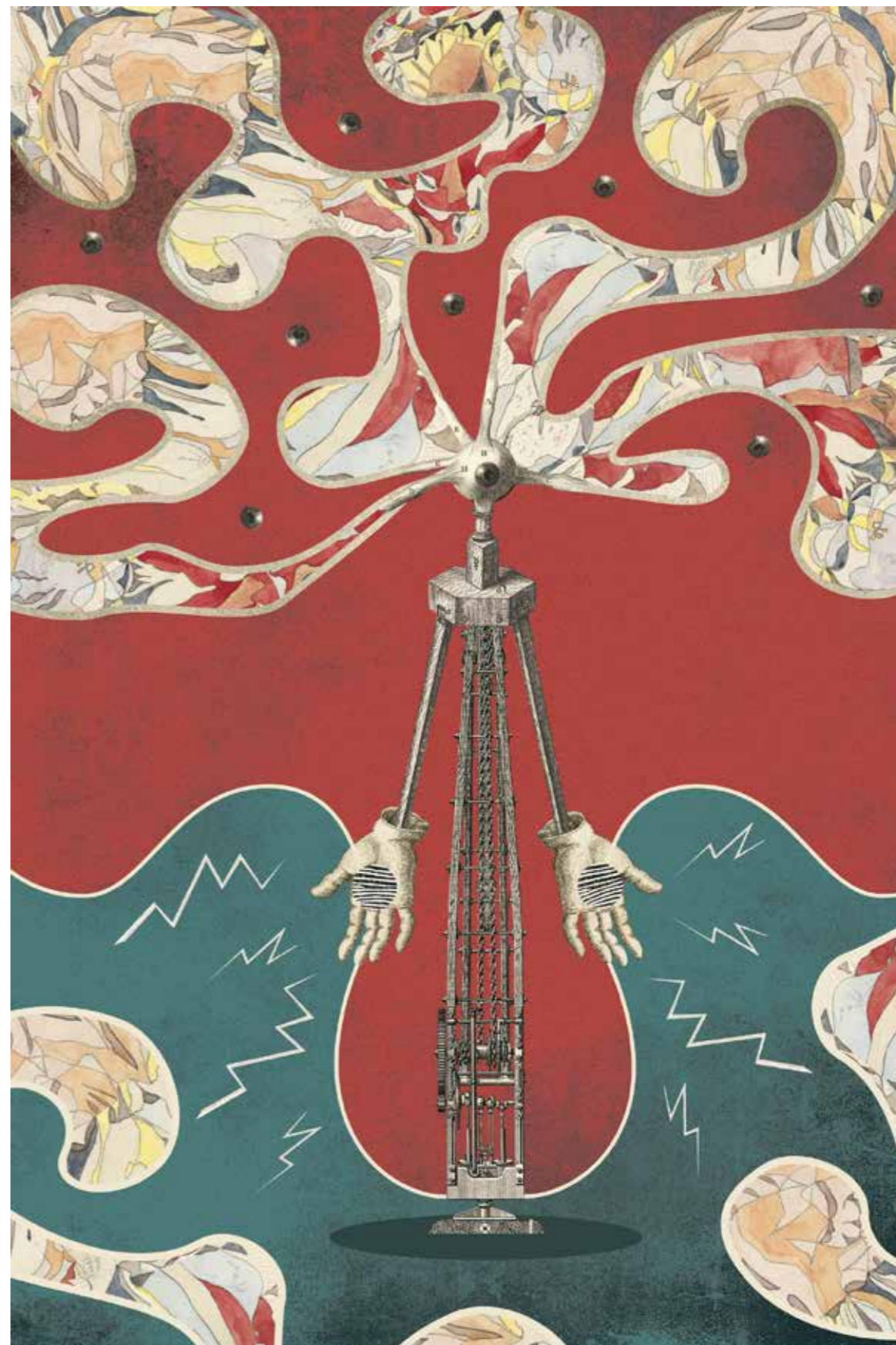
Choć nauka potrafi powiedzieć wiele o różnych stanach umysłu i procesach poznawczych, spora część filozofów uważa, że słabo sprawdza się jako narzędzie do badania świadomości jako takiej. Przyczyna jest prosta: świadomość nie da się zaobserwować inaczej jak tylko z perspektywy pierwszoosobowej, subiektywnie, od środka. Tymczasem naukowcy za cel stawiają sobie opis obiektywny, trzecioosobowy, oglądają zjawiska z zewnątrz. Dlatego najlepsze, co mogą zaoferować, to tzw. neuronalne korelaty świadomości. Czyli określenie, jaki proces neuronalny współwystępuje ze stanem świadomości, o ile tylko osoba badana opowiada na bieżąco, jaki stan właśnie przeżywa.

Można przez badanie EEG określić, jak wygląda aktywność mózgu podczas czuwania, jak i pod narkozą oraz we śnie. Ale nie da się w ten sposób wyjaśnić, w jaki sposób zobaczyliśmy we śnie zimowy las. Można zaobserwować pewne podobieństwo między czuwaniem i tą fazą snu, w której śnią nam się sny. Ale czy można stwierdzić, że dany rodzaj aktywności mózgu odpowiada za świadomość? Mógłby przecież też odpowiadać za tworzenie wspomnień i dlatego pamiętalibyśmy sny z tej fazy, a z innej nie. Problem ten można też zilustrować inaczej: posiadamy już dziś niezły dostęp do aktywności mózgu wielu zwierząt, w tym psów, słoni czy nawet pajaków. Czy jednak potrafimy na podstawie tej wiedzy jednoznacznie stwierdzić, że mają one świadomość podobną do ludzkiej?

Przedstawiciele panpsychizmu proponują, by świadomość uznać za nieodłączną, fundamentalną cechę materii, nieredukowalną do procesów fizycznych. Skoro możliwe jest zadanie pytania o to, jak to jest być człowiekiem i jak to jest być nietoperzem, można też zapytać, jak to jest być pszczołą, która żyje w społeczności i ma skomplikowany system komunikacji, jak to jest być drzewem i grzybem, które w leśnej sieci wymieniają się składnikami odżywczymi... Można zapytać nawet, jak to jest być atomem lub elektronem, które też wchodzą w relacje i podlegają oddziaływaniom.

Świat, którego nie widzimy

Zo znamienne, nawet wśród ludzi piszących o panpsychizmie i rozwijających ten niejednorodny nurt filozoficzny znajdzie się wielu takich, którzy zaznaczają, że nie są do niego →



Natalia Polasik „Generator spojrzeń”, 2024 r.

→ stuprocentowo przekonani. W ich dyskusjach ważniejsze jest przyglądanie się dotychczasowym założeniom i ich kwestionowanie. Świat, w którym każdy atom ma pewną formę świadomości, wyglądałby identycznie jak świat, który znaleźliśmy dotychczas, ponieważ świadomości nie da się zaobserwować z zewnątrz. Panpsychiści nie walczą z ustaleniami nauki. Raczej starają się pokazać, co w naszych obecnych przekonaniach na temat świadomości nie ma naukowych podstaw.

W co wierzysz ci, których dziwi panpsychizm? Bardzo prawdopodobne, że są przekonani, iż świadomość pojawia się w momencie, kiedy organizm osiągnie odpowiedni poziom rozwoju pozwalający na to, by zaszyły w jego mózgu zaawansowane procesy neuronalne dające źródło świadomości.

Annaka Harris, autorka książki „Conscious. A Brief Guide to the Fundamental Mystery of the Mind”, wskazuje, że takie założenie nie jest wcale lepiej udokumentowane przez naukę niż panpsychizm. Próbując prześledzić, skąd wzięło się przekonanie o konieczności posiadania dobrze rozwiniętego mózgu, Harris spekuluje: „Ponieważ ludzie są świadomi, a jednocześnie są przedstawicielami wyjątkowego, inteligentnego gatunku i do tego nie mają wglądu w świadomość innych istot, założyli, że świadomość i zaawansowane procesy umysłowe muszą iść w parze”.

Harris oraz Philip Goff, autor książki „Błąd Galileusza. Fundamenty nowej nauki o świadomości”, podkreślają, że w dyskusjach o świadomości nie powinniśmy jej utożsamiać z ludzkim doświadczeniem, któremu rzeczywiście będą towarzyszyły elementy niedostępne innym bytom, takie jak bogate życie wewnętrzne pełne emocji i intelektualnych przygód, rozterki etyczne czy planowanie wyjazdów wakacyjnych. Inne treści musiałyby pojawiać się w świadomości psa, nietoperza, pszczoły, ośmiornicy, w pędach groszku czy atomach. Ich świadomość nie może być porównywalna z życiem wewnętrznym ludzi. Panpsychiści, podobnie jak tradycyjni materialiści, nie wierzą, że kamienie na plaży rozmawiają ze sobą o tym, kto wygra kolejne wybory.

Czego warto się czepiać

Autorzy rozwijający idee panpsychizmu przytaczają coraz to kolejne przykłady badań, dzięki którym lepiej rozumiemy, jak zwierzęta, rośliny i grzyby komunikują się, dbają o krewnych lub zwalczają wrogów, zapamiętują, ostrzegają, a nawet opracowują wieloletnie strategie (dotyczące np. intensywności produkcji nasion – zmniejszenie jej w całej populacji drzew mogłoby sprowadzić na gryzonie klęskę głodu). Jednak nawet kiedy ci myśliciele piszą o tych samych gatunkach, nie zawsze wyciągają z tych historii takie same wnioski.

Z jakiegoś powodu popularnym bohaterem tych opowieści stał się groch zwyczajny. Philip Goff przywołuje w swojej książce badania Moniki Gagliano i współpracowników, w których rośliny umieszczone zostały w tubach w kształcie litery Y.

Główną wartością panpsychizmu

jest odrzucanie myślowych przyzwyczajzeń, przegląd tradycyjnych założeń i kwestionowanie argumentów, powtarzanych bezkrytycznie.

Mogły w nich rosnąć w jednym z dwóch kierunków. Badacze losowo zasłaniali jedną z końcówek tuby, a w drugiej zapewniali niebieskie światło potrzebne do wzrostu i jednocześnie ustawiali blisko niej wiatraczek, który wydawał charakterystyczny dźwięk (odczuwany przez rośliny zapewne jako drgania). Po okresie „treningu” okazało się, że rośliny nauczyły się kierować w stronę dźwięku wiatraczka, nawet jeśli z tego kierunku nie dochodziło światło. W badaniu obserwowano też grupę kontrolną, w jej przypadku dźwięk nie zwiastował zapalenia światła i rośliny nie wydawały się reagować na sam wiatraczek. Goff wyciąga z tego wniosek, że rośliny posiadają niebanalne życie wewnętrzne. Skoro powstaje skojarzenie dźwięku ze światłem

– czyli nauka przez warunkowanie – musi istnieć ktoś, kto to skojarzenie stworzył i się nim kieruje.

O grochu lubi też opowiadać Annaka Harris, zafascynowana jego wąsami czepnymi, które w zależności od tego, czy znajdują na swojej drodze podpórę, czy nie, mogą „wybrać”, czy rosnąć wolno i prosto, czy szybciej skręcać się wokół napotkanej łądygi lub patyka. Co więcej, wąs czepny odcięty od rośliny macierzystej zachowuje przez pewien czas swoją możliwość wyboru, a do tego reaguje w ciągu dnia na bodziec dotykowy, który wystąpił nocą, co dowodzi pewnego rodzaju pamięci. Harris jednak ze swoimi wnioskami idzie w zupełnie innym kierunku niż Goff: skoro w tak wielu przypadkach celowych zachowań ze świata zwierząt, roślin i grzybów zakładamy, że nie jest do ich zaistnienia konieczna świadomość, to dlaczego myślimy, że odgrywa ona jakąkolwiek rolę w zachowaniach ludzi? Jak widać, wąs czepny potrafi być mieczem obosiecznym.

Pasażerka na gapę

W swojej książce Harris pokazuje, że w świetle najnowszych badań trudno obronić tezę, iż świadomość pozwala nam podejmować wolne, niezdeterminowane wybory. „Jeśli mózg określimy jako fizyczny system przetwarzający informacje, trudno byłoby argumentować, że świadomość kontroluje ten system. Wiemy tylko tyle, że świadomość go doświadcza”.

Ciekawe wnioski płyną chociażby z mierzenia czasu, jaki potrzebny jest, żeby bodziec zmysłowy dotarł do mózgu i zaistniał w świadomości. Kiedy gramy w tenisa, czujemy, widzimy i słyszymy w jednym momencie, jak nasza rakietka uderza piłkę. W rzeczywistości światło dociera do nas szybciej niż dźwięk, a impuls z siatkówki ma do pokonania krótszą drogę do mózgu niż impuls z dłoni. Zanim doświadczymy uderzenia, nasz mózg dokonuje pewnej korekty, synchronizując wszystkie wrażenia zmysłowe, podobnie jak ekipa filmowa, która musi zsynchronizować dźwięk i obraz przed udostępnieniem materiału publiczności. Świadomość doświadcza uderzenia piłki tenisowej dopiero, kiedy „film” jest gotowy.

Według teorii przetwarzania predykcyjnego, o której pisaliśmy w nr. 3/2024 „Tygodnika”, mózg przewiduje, co się stanie, dlatego czas reakcji na bodźce zmysłowe można maksymalnie

skrócić. Nie zmienia to interesującego nas w tym miejscu wniosku, że przetwarzanie informacji sensorycznych jest w większości nieświadome i bardziej skomplikowane niż uświadomiony efekt końcowy tego procesu.

Coraz więcej badań sugeruje, że podobnie dzieje się z (przynajmniej niektórymi) decyzjami. W 2007 r. Kelly Burns i Antoine Bechara pisali we wstępie do artykułu o wolnej woli i podejmowaniu decyzji w świetle danych z neuronauk: „Wiele wskazuje na to, że mechanizmy podejmowania decyzji zależą w dużej mierze od procesów, które mogą nigdy nie docierać do naszej świadomości”.

To, że organizm podejmuje decyzje, zanim o tym pomyślimy, można zaobserwować nawet w życiu codziennym bez specjalistycznej aparatury mierzącej aktywność mózgu. Zdarza się, że przypadkiem dotkniemy gorącego garnka albo uderzymy małym palcem u nogi w drzwi. Jeśli wystarczająco szybko spróbujemy zaobserwować, co się z nami dzieje, zauważymy, że najpierw cofamy rękę albo stopę, dopiero później uświadamiamy sobie ból. Świadomość w tym przypadku znów dowiadyuje się ostatnia.

Może więc Harris ma rację, sugerując, że funkcjonowanie organizmów – mniej i bardziej skomplikowanych – nie jest zależne od świadomości. Być może pamięć, uczenie się, dążenie do czegoś lub unikanie występują w organizmach niezależnie od świadomości. A świadomość, jak to określa autorka, jest tylko pasażerem na gapę. W tym argumentie nie chodzi jednak o wykazywanie, że funkcjonowanie człowieka jest mniej uświadomione niż zwykle się uważa albo że funkcjonowanie roślin jest uświadomione bardziej. Annaka Harris ma raczej na celu rozmontowywanie naszych antropocentrycznych założeń. Według niej tak jak błędem jest zakładanie, że tylko wysokorozwinięte mózgi mogą dawać początek świadomości, tak błędne jest założenie, że skomplikowane zachowanie dowodzi jej istnienia.

Jeśli przyjmiemy możliwość, że świadomość nie pełni funkcji adaptacyjnej i być może w ogóle nie jest organizmowi potrzebna do funkcjonowania, wtedy jej niezaprzeczone istnienie w człowieku zaczyna rzeczywiście wydawać się nieuzasadnione. Możliwe, że świadomość nie jest po coś. Możliwe, że ona po prostu istnieje w materii. Wówczas wtedy zasadne jest pytanie, gdzie postawić granicę między tym, co świadome, a tym, co nieświadome? I na jakiej podstawie?

Co się z czym łączy

Wróćmy jeszcze do momentu powstawania świadomości w tradycyjnym materialistycznym ujęciu. David Skrbina, autor monografii „Panpsychism in the West”, wskazuje, że założenie, iż z nieświadomej materii w pewnym momencie – na drodze ewolucji czy rozwoju osobniczego – wyłania się świadomość, mimo że powszechne, nie jest najprostszym rozwiązaniem. Pojawiania się świadomości nie da się udokumentować, zaobserwować ani nawet opisać przekonująco mechanizmu, który byłby za to odpowiedzialny. Panpsychizm proponuje rozwiązanie w rzeczywistości prostsze – bo nie zakłada zmiany. Głosi, że świadomość jest w materii od początku.

Mimo rosnącej popularności panpsychizm stoi przed wieloma wyzwaniem. Filozofowie wskazują, że główną trudnością panpsychizmu jest tzw. problem kombinacji. Jeśli elektrony i atomy miałyby mieć jakiś umysł, jakiś rodzaj świadomości,

to jak te poszczególne umysły łączyłyby się w większe umysły? Jak umysły neuronów łączyłyby się w umysł człowieka – który przeżywamy wszak jako jeden? I czy moja wątroba ma swoją własną świadomość, czy też jej świadomość jest składową mojej świadomości? Jeśli zaś już zgodzimy się, że liczne „małe” umysły mogą łączyć się w jeden „duży” umysł, to czy istnieje np. jeden wspólny umysł całego gatunku ludzkiego? Poważny panpsychista powinien mieć odpowiedź na wszystkie tego typu pytania.

Z ciekawą propozycją przychodzi znów Harris. Pisze, że kiedy mówimy o świadomości jako doświadczeniu, z jednej strony stawiamy treść doświadczenia, a z drugiej podmiot doświadczający tych treści. Doświadczamy życia jako jakieś ja (*self*) i w wyobrażaniu sobie innych przejawów świadomości zakładamy, że tam też musi istnieć jakieś ja. Ale co, jeśli... owo ja jest iluzją? Mamy poczucie trwałości tego, kim jesteśmy, mimo że w ciągu życia zmienia się w nas wszystko – od komórek organizmu, przez jego wygląd i stan zdrowia, życiowe doświadczenie, wspomnienia, które tworzymy i tracimy, poglądy i przekonania. Istnieje kilka różnych sposobów, żeby osłabić poczucie, że mamy niezmiennie, trwałe ja – od medytacji, przez substancje psychodeliczne po utratę pamięci. Ktoś, kto w wyniku uszkodzenia mózgu pamięta tylko ostatnie trzy minuty, a później je zapomina, może nie mieć poczucia, że jego ja jest trwałe i niezachwiane, a mimo to może zachować świadomość i doświadczać świata w czasie teraźniejszym. Tak samo doświadczenia tej materii, która istnieje poza nami, nie muszą organizować się na wyraźne wytyczone w czasie i przestrzeni podmioty. Harris pisze, że w tej wizji świadomość bardziej przypominałaby pole, w obrębie którego pojawiałyby się treści w tych miejscach, gdzie materia czegoś doświadcza. Problem kombinacji byłby tu rozumiany jako problem kombinacji podmiotów, który znika, jeśli podmioty uznamy za kategorie iluzoryczne.

Kamienie i roboty

To jednak nie koniec wątpliwości wysuwanych pod adresem panpsychizmu. Anil Seth w odpowiedzi na książkę Goffa pisze, że postulowanie wszechobecnej świadomości nie rozwiązuje żadnych problemów naukowych ani nie tłumaczy lepiej niż materializm, co dzieje się ze świadomością podczas narkozy. Zaś założenia tego podejścia są niemożliwe do zweryfikowania.

Luke Roelofs wydaje się odpowiadać na te zarzuty, stwierdzając, że materializm i panpsychizm są w tych kwestiach w zasadzie identyczne – kiedy mówimy o świadomości, żaden z nurtów nie rozwiązuje obecnych problemów. Założenia materializmu odnoszące się do świadomości też są nieweryfikowalne.

Najnowsza ankieta przeprowadzona wśród uczestników corocznego zjazdu Association for the Scientific Study of Consciousness pokazała, że wśród neurobiologów, psychologów i informatyków zajmujących się badaniami świadomości panpsychizm nie ma zbyt wielu zwolenników. Tylko 3 proc. respondentów dopuściło możliwość występowania świadomości w skałach.

Chociaż może byłoby lepiej, gdyby intuicje akurat tego grona naukowców się nie potwierdzały – 67 proc. z nich przewiduje, że niedługo świadome staną się roboty.

© MARZENA ZDANOWSKA

Duch w maszynie

PROF. DOMINIKA DUDEK, PSYCHIATRA:

Nie powinniśmy sprowadzać funkcjonowania człowieka do neuroprzekazników, którymi da się manipulować, by ukierunkować cudze działanie. Możemy zostawić margines na niepewność. Szacunek wobec tajemnicy, jaką jest złożoność psychiki człowieka.

ŁUKASZ KWIATEK: Od czego lekarzem jest psychiatra? Od umysłu, mózgu, ducha?

DOMINIKA DUDEK: Od człowieka.

A ten człowiek jest jednością czy dostrzegasz w nim jakiś dualizm?

Nie da się w ten sposób podzielić człowieka: to jest ciało, a tutaj mamy psychikę. Człowiek jest jednością. Jeżeli ciało jest uszkodzone, bo na przykład dźgnęłam się nożem, to odczuwam ból, który jest czymś cielesnym i można go opisać w kontekście przewodzenia impulsów nerwowych, ale równie istotny jest także psychologiczny komponent cierpienia.

Ale jeśli złamałem nogę, to psychoterapia nie złagodzi mojego bólu.

Jest coś takiego jak próg tolerancji bólu, czyli takie jego natężenie, które człowiek odbiera jako nie do wytrzymania. Ten próg tolerancji jest obniżany przez nastawienie emocjonalne, lęk czy depresję. Przeprowadzono kiedyś takie proste, ale interesujące badanie. Pacjentów, którzy kilka dni wcześniej przeszli operację brzuszna – ale nieskomplikowaną, jak usunięcie wyrostka czy pęcherzyka żółciowego, żadne nowotwory – badano pod kątem objawów depresyjnych, a także sprawdzano ich subiektywne odczuwanie bólu. Okazało się, że pacjenci z objawami depresji raportowali silniejszy ból, a stopień jego odczuwania korelował z nasileniem depresyjności. To tworzy błędne koło: jeżeli pacjent przeżywa swoją dolegliwość jako wielkie cierpienie, to tym bardziej się boi i jest przygnębiony, co go dodatkowo uwrażliwia na ból. Czasami zresztą oczekiwanie na torturę bywa jeszcze większą torturą niż ona sama.

Psychoterapią nie wyleczę więc rany pooperacyjnej czy złamania nogi, ale mogę zmniejszyć poziom cierpienia.

Jak to możliwe?

Obecnie wiemy, że psychoterapia powoduje zmiany w mózgu. Profesor Nancy Andreasen, była redaktor naczelna „American Journal of Psychiatry”, napisała kiedyś, że psychoterapia, czasami dyskryminowana jako pustosłowio, jest tak samo biologiczna jak leczenie farmakologiczne. Dla mnie takie rozumienie psychoterapii jest czymś odświeżającym i odkrywczym. Choć już właściwie Zygmunta Freud w „Projekcie naukowej psychologii” – który za jego życia przeszedł bez rozgłosu – podkreślał, że terapia mówieniem powoduje zmiany połączeń neuronalnych. W tamtych czasach było to jednak zbyt rewolucyjne myślenie.

Ale dzisiaj wiemy, że tak jest rzeczywiście. Chociażby Eric Kandel – laureat Nagrody Nobla – udowodnił, że proces uczenia się powoduje zmiany połączeń synaptycznych, a przecież psychoterapię możemy rozumieć jako uczenie się nowych strategii radzenia sobie z problemem, uczenie się czegoś nowego w relacji z drugim człowiekiem, przepracowywanie pewnych trudnych emocji z przeszłości.

Wiele badań wykazało, że w trakcie psychoterapii dochodzi do zmian metabolizmu czy przepływu krwi w niektórych regionach mózgu, zmian analogicznych do takich, które pojawiają się pod wpływem leczenia farmakologicznego. To może dotyczyć także różnych metod subiektywnego zmniejszania cierpienia.

Psychiatrii jest bliżej do psychologii czy neurologii?

Tradycyjnie neurologia zajmuje się schorzeniami, w których występują zmiany organiczne: udar, guz, uraz, znik itd. Natomiast psychiatria wiąże się z czymś czynnościowym. Ale okazuje się, że taki podział nie ma większego sensu. W chorobach typowo neurologicznych

– takich jak choroba Parkinsona, choroba Huntingtona, guz mózgu – pojawiają się objawy behawioralne i emocjonalne, które są domeną psychiatrii. Jeżeli komuś rośnie guz w płatach czołowych, to wystąpią u niego zmiany w osobowości. Czasem droga do diagnozy guza u takiego pacjenta biegnie przez psychiatrię.

Z drugiej strony coraz doskonalsze metody neuroobrazowania pokazują zmiany strukturalne mózgu w chorobach psychiatrycznych. Można zapytać, na ile obecnie te metody są czułe i co nowego uda się zobaczyć za dziesięć czy dwadzieścia lat.

W obrębie samej psychiatrii jeszcze w latach 90. wyróżniano choroby psychogenne – nerwice czy zaburzenia osobowości, którymi zajmowała się „mała psychiatria” i które leczono głównie psychoterapią. Natomiast wielkie psychozy, to wszystko, co było domeną „dużej psychiatrii”, miało mieć endogenne, biologiczne przyczyny. Ale znowu okazało się, że to niezupełnie tak jest, bo przecież współcześnie nerwicę leczymy farmakologicznie, a w psychozach stosujemy psychoterapię. W nerwicach biorą udział różne mechanizmy biologiczne, w psychozach zaś – różne mechanizmy psychologiczne.

Podział na szkołę psychologiczną i leczenie metodami psychologicznymi oraz szkołę biologiczną i leczenie metodami biologicznymi okazał się więc nie do utrzymania. Największy sens ma leczenie zintegrowane. Najlepiej chyba więc mówić o neuropsychiatrii i neuropsychologii.

Czy to oznacza, że psychiatrię można zredukować do biochemii mózgu?

Zdecydowanie nie.

Dlaczego?

Były takie pomysły, że jesteśmy tylko kłębkami neuronów, ale zastanówmy się,

czy tak naprawdę jest nasza tożsamość, czym jest człowiek? To pewnie pytania bardziej do filozofa niż do lekarza, ale trudno przyjąć, że człowiek jest zupą neuroprzekazników czy zbiorem impulsów elektrycznych, które przebiegają gdzieś między synapsami. Jeżeli byśmy sobie wyobrazili, że byłaby możliwa transplantacja mózgu...

Od czasu do czasu pojawiają się lekarze, którzy twierdzą, że lada chwila dokonają przeszczepu głowy człowieka.

Ale czy uda się zachować tożsamość tej jednostki? To pytanie dotyka szerszego problemu naszej percepcji świata, która zależy od naszego ciała. Człowiek niedowidzący czy niewidomy albo niesłyszący inaczej będzie percypował świat. Pytanie, czy mój mózg przeszczepiony do innego ciała byłby w stanie przystosować się do innego ciała? Pewnie tak, bo jest plastyczny, ale czy to byłabym nadal ja?

Z drugiej strony mamy nasze otoczenie i całe doświadczenie, które nas ukształtowało od dzieciństwa. Nasz umysł to nie są wyabstrahowane neuroprzekazniki. To umysł zanurzony w kulturze, w której wyrosliśmy. To doświadczenia, które pojawiały się dzięki interakcjom naszego ciała i naszego umysłu z innymi, z otoczeniem.

Ale to wszystko wpływało na biochemię mózgu.

To prawda, jednak nasza tożsamość, nasze procesy psychiczne są dynamiczne, modyfikują się cały czas dzięki ciągłej interakcji fizjologii mózgu z naszym ciałem i otoczeniem.

Pytam raczej o to, czy jest w nas coś ponad tę biochemię czy fizjologię mózgu, która oczywiście także zależy od sygnałów z całego ciała i z otoczenia. Pytasz, czy istnieje dusza?

Możemy to różnie nazywać, ale zapytam trochę inaczej. Czy można całe zachowanie i wszystkie przeżycia człowieka wyczerpująco opisać, sprowadzając je wyłącznie do biochemii mózgu oraz interakcji mózgu z ciałem i otoczeniem? Czy taki opis człowieka byłby zupełny?

Myślę, że nie. Bogactwo ludzkich doświadczeń uwzględnia i jego somatykę, i przeżycia psychiczne, ale też jakąś duchowość. Żaden psychiatra nie wypowie się, czy istnieje coś takiego jak dusza, która jest niezależna od ciała. Ale każdy psychiatra będzie przestrzegać →



MICHAŁ DYAKOWSKI

Tajemnice ludzkiej psychiki: umysł, ciało, emocje

PROF. DOMINIKA DUDEK kieruje Katedrą Psychiatrii i Kliniką Psychiatrii Dorosłych Collegium Medicum UJ. Podczas Copernicus Festival przyjrzy się naszej mózgowej maszynerii i opowie o zadziwiających związkach między zaburzeniami psychicznymi a kreatywnością. Zastanowi się również nad tym, czy mamy do czynienia z kryzysem zdrowia psychicznego i czy w świecie, w którym zanikają interakcje między ludźmi, łatwo będzie znaleźć poczucie sensu i spełnienia.

⇒ przed naiwnym redukcjonizmem biologicznym, który zakładałby, że możemy sprowadzić funkcjonowanie człowieka do neuroprzekazników i tylko manipulując nimi, ukierunkować działanie drugiej osoby. Możemy tutaj zostawić margines na niepewność. Na szacunek wobec pewnej tajemnicy, jaką jest złożoność psychiki człowieka.

Ale może po prostu jesteśmy bardzo skomplikowanymi maszynami, w których nie ma miejsca na żadnego ducha. Jest tylko niezwykle złożona biologiczna konstrukcja. Każdy ma prawo w to wierzyć.

Pytam o to, ponieważ biologię, z której wywodzi się psychiatria, zdominował mechanicyzm. Na każdym stopniu organizacji życia mamy do czynienia z mechanizmami – od poziomu komórkowego, przez organy, ich układy, aż po cały organizm, który funkcjonuje jak jedna wielka maszyna. Psychiatria nie przyjmuje takiej perspektywy?

Staramy się patrzeć na pacjenta w szerszej perspektywie. Gdy pacjent przychodzi do ortopedy ze złamaną nogą, to mamy do czynienia z pewną dynamiką zrastania się tej nogi. Zależy to od wieku pacjenta, odżywiania się i innych czynników. Ale generalnie dla zrastania się kości nie ma znaczenia, czy ktoś się kłóci z teściową albo czy właśnie stracił pracę. W psychiatrii zaś dla procesu leczenia coś takiego może mieć kluczowe znaczenie.

Najbardziej jest to widoczne w kontekście zjawiska lekooporności. Podajemy jakieś leki, a pacjentowi się nie poprawia. Może to nastąpić w wielu zaburzeniach – depresji, schizofrenii. Musimy więc zadać pytanie, dlaczego pacjent nie reaguje na leczenie.

Przyjmujemy wtedy obie perspektywy. Biologiczną: bo może pacjent za szybko metabolizuje leki i trzeba inaczej dobrać dawkę. Albo ma jednocześnie jakieś uszkodzenia organiczne w mózgu i przez to leczenie jest mniej skuteczne. Albo leki zostały źle dobrane. Albo diagnoza nie była trafna.

Albo również psychologiczną: musimy też przyjrzeć się życiu pacjenta, kontekstowi choroby. Może nie ma do czego zdrowieć? Może ma problemy, które świadomie lub nieświadomie podtrzy-

Coraz więcej osób

zadaje sobie pytanie, **czy sztuczna inteligencja zastąpi kiedyś psychiatrę.**

Wierzmy jednak, że w psychiatrii istotny jest realny kontakt człowieka z człowiekiem, a lekarze wykorzystują nie tylko swoją wiedzę, ale również emocje.

mują go w chorobie? Może czerpie różne wtórne korzyści z choroby? Już Antoni Kępiński pisał, że niekiedy pacjent tapla się w depresji jak w ciepłym błotku. Świadomie powie, że chciałby być zdrowy, ale może choroba jest bardziej wygodna – bo ktoś się nim opiekuje, bo jest zwolniony z odpowiedzialności, a może na przykład wredna żona czy wredny mąż mają wyrzuty sumienia.

W codziennej pracy psychiatry perspektywa mechanicystyczna jest na szarym końcu. Raczej chodzi o spotkanie z pacjentem.

Podczas spotkania pacjent dostaje jednak leki, które wpływają na jego mózg.

Nie zawsze. Czasem dostaje rozmowę. Oczywiście głównym sposobem działania leków jest działanie farmakodynamiczne – czyli to, że lek działa na takie czy inne receptory. Ale lek dawany jest w pewnym kontekście, w relacji terapeutycznej. Jest przecież efekt placebo – w psychiatrii on także występuje. Jest kwestia wiary pacjenta w lek. Kwestia mitów i oczekiwań wobec leczenia. Staramy się do wszystkiego eksplorować. To nie jest tak, że po prostu dajemy tabletkę. Innej odpowiedzi możemy się spodziewać u pacjenta, który jest przekonany, że stosowanie leku oznacza przyznanie się do własnej słabości, a innej u kogoś, kto na przykład chce zerwać z nałogiem, bo widzi, że to rujnuje mu życie.

A czy w psychiatrii ciągle stosuje się elektrowstrząsy?

Oczywiście. Elektrowstrząsy są metodą szybką, miłą, przyjemną i bezpieczną. Pacjenci mają je robione w znieczuleniu, w znieczuleniu. Są wskazane w ciężkich lekoopornych zaburzeniach depresyjnych, w depresji psychotycznej albo gdy pacjent się wyniszcza, na przykład nie je, ma silne tendencje samobójcze. W katonii są właściwie leczeniem standardowym. Elektrowstrząsy działają szybciej niż leki.

Znany jest mechanizm ich działania?

Pewnie jest ich wiele. Najprościej mówiąc, chodzi o wywołanie dużego napadu padaczkowego. Wzięło się to z obserwacji empirycznej – że po takich napadach chorym się poprawia. Generalnie przyjmuje się, że dochodzi do gwałtownego uwolnienia neuroprzekazników, pobudzenia osi podwzgórze–przysadka, zwiększenia przepuszczalności bariery krew–mózg, różnych zmian adaptacyjnych na poziomie receptorowym, które przypominają długotrwałe działanie stosowanej farmakologii.

Coraz bardziej popularne są inne metody nefarmakologiczne, takie jak przezczaszkowa stymulacja magnetyczna mózgu, stymulacja nerwu błędnego czy głęboka stymulacja mózgu. Te metody mogą być pomocne, ale nawet ich zaawansowanie technologiczne nie rozwiązuje wszystkich problemów chorego.

Przy czym to znowu ingerencja w maszynę.

Są także inne podejścia: w terapii wykorzystuje się np. wirtualną rzeczywistość. Coraz więcej osób zadaje sobie też pytanie, czy sztuczna inteligencja zastąpi kiedyś psychiatrę. Wierzmy jednak, że w psychiatrii jest rzeczywisty, realny kontakt człowieka z człowiekiem, a psychiatrzy w pracy wykorzystują nie tylko swoją wiedzę – co mogłaby zrobić AI – ale również emocje.

Praktykowanie psychiatrii uczy pokory. Przypomina, że o mózgu ciągle bardzo mało wiemy. Możemy twierdzić, że jesteśmy po prostu skomplikowanymi maszynami; pytanie tylko, czy przypadkiem ta metafora więcej nie zaciemnia, niż wyjaśnia.

© Rozmawiał ŁUKASZ KWIATEK

Pierwsza wersja tej rozmowy ukazała się w „TP” 07/2017.



visitmalopolska.pl

DAJ SIĘ
ugościć
w Malopolsce

Qmat
MAŁOPOLSKA

UCZELNIA KREATYWNA

Współpraca uczelni z otoczeniem społeczno-gospodarczym jest jednym z filarów, na których opiera się pilotażowy program rozwoju nauki w Polsce pod nazwą Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza. W gronie dziesięciu uniwersytetów biorących udział w tym projekcie znalazł się również Uniwersytet Jagielloński, który pod szyldem ID.UJ realizuje działania społecznie wartościowe.



Przestrzeń Kreatywnej Współpracy, warsztaty z użyciem gry biznesowej autorstwa Mateusza Lewandowskiego

BUSINESS IDEA CENTER

Akademycki Inkubator Przedsiębiorczości wraz z Centrum Transferu Technologii CITTRU przygotowuje platformę internetową – Business Idea Center, która stawia sobie za cel stworzenie kompendium wiedzy z zakresu przedsiębiorczości. Z jej zasobów będą mogli korzystać studenci, doktoranci i pracownicy naukowcy, wszystkie osoby zainteresowane rozwijaniem swoich kompetencji lub szukające miejsca, w którym mogłyby znaleźć partnerów do współpracy biznesowej.

Platforma pomyślana została jako przestrzeń łącząca świat akademicki ze środowiskiem inwestorów społecznych i gospodarczych, umożliwiającą skuteczny transfer wiedzy i technologii z uczelni do biznesu. Będzie to miejsce oferujące różnorodne narzędzia, które będą łatwo dostępne i pozwolą tworzyć, rozwijać czy porządkować pomysły na start-upy, projekty i innego rodzaju przedsięwzięcia. Na tę bazę wiedzy składać się będą dostępne na portalu szkolenia, kursy e-learningowe, doradztwo i mentoring biznesowy, a także programy akceleracyjne. Platforma integrować też będzie informacje o wydarzeniach i inicjatywach odbywających się na Uniwersytecie Jagiellońskim, powiązane z edukacją przedsiębiorczości, podnoszeniem kompetencji niezbędnych przy tworzeniu start-upów czy – szerzej – po prostu na rynku pracy.

Portal zostanie udostępniony użytkownikom zewnętrznym, co umożliwi wszelkim interesariuszom biznesowym dostęp do badań, którymi mogą być zainteresowani, i wykorzystanie ich (za zgodą uczelni) we własnej działalności gospodarczej.

Równie istotne jest to, że dzięki platformie użytkownicy ci będą mogli zaprosić do współpracy partnerów akademickich lub zgłosić zapotrzebowanie na przeprowadzenie stosownych badań. Dzięki temu uruchomią się szersze możliwości na uskutecznienie praktycznego wykorzystywania działań naukowych prowadzonych w murach uniwersyteckich. Komerccjalizacja wyników badań pozwoli przyczynić się do powstawania różnorodnych spin-offów i spin-outów. Business Idea Center może być miejscem, gdzie biznes inspirowany jest wartościową ideą.

CAMPUS LIVING LAB

Projekt aktywnie wdrażany i rozwijany przez Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Wydział Geografii i Geologii UJ. Laboratorium innowacji, bo taką funkcję pełni CLL, skupia się przede wszystkim na inicjowaniu i przeprowadzaniu przedsięwzięć, u podstaw których leży wykorzystanie badań użytecznych społecznie. Realizowane projekty odpowiadają na potrzeby konkretnych grup i są skutecznym rozwiązaniem realnych problemów lub wyzwani, z którymi mierzy się społeczeństwo. By wypracowywane innowacje i produkty stanowiły wartościową odpowiedź na kwestie wymagające naprawy lub udoskonalenia, cały proces twórczy oparty

Kampus 600-lecia Odnowienia UJ



tał na modelu tzw. poczwórnej helisy. Model ten zakłada, aby stworzyć użyteczny i skuteczny w działaniu projekt produkt, w jego powstanie, już na początkowych etapach, muszą być zaangażowani przedstawiciele czterech sfer: nauki, biznesu, administracji publicznej i społeczeństwa (często reprezentowanego przez organizacje pozarządowe). Opracowywane wspólnie rozwiązania umożliwią wytwarzanie usług i produktów podnoszących jakość życia konkretnych grup czy osób. Campus Living Lab ogranicza się w swoich działaniach tylko do zakresu innowacji społecznych i biznesowych, ale podejmuje również działania z obszaru dotyczącego kwestii ekologicznych. W ramach realizowanych projektów dotyczących chociażby testowania rozwiązań z zakresu retencji tzw. szarej wody (pomogą w opracowaniu nowych ekologicznych podłoży) czy projektowania aplikacji webowej dotyczącej koszenia trawy z zachowaniem zasad bioróżnorodności. Bardzo ważne w podejmowanych projektach są kwestie zapewnienia cyfrowej i fizycznej dostępności, szczególnie dla grup zagrożonych wykluczeniem. Przykładem tego może być chociażby „Włócznik” – projekt inkompatybilnej przestrzeni relaksu skierowany do różnych grup społecznych i defaworyzowanych czy z niepełnosprawnościami. W ramach podobnej zasady realizowany jest projekt „Różnorodność w Kampusie 600-lecia Uniwersytetu Jagiellońskiego: rozwój przestrzeni akademickiej sprzyjającej „luźności”. Regularne spotkania z lokalnymi mieszkańcami, testowanie prototypów w przestrzeni kampusu UJ, a także warsztaty kolenia z obszaru metod kokreacji pozwalają w pełni wykorzystać potencjał współpracy akademii z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

ZESTRZENIE KREATYWNEJ WSPÓŁPRACY

Przestrzeń ta była one pomyślane jako miejsce, w którym mogą powstać i być realizowane różnorodne pomysły, inicjatywy i prototypy, bazujące na doświadczeniu środowiska akademickiego Uniwersytetu Jagiellońskiego z partnerami społecznymi, gospodarczymi i publicznymi. Realizowane działania, oparte na trzech filarach Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonałości Uniwersytetu Jagiellońskiego, czyli: innowacji, integracji interdyscyplinarnej oraz internacjonalizacji, umożliwiają rozwój uniwersytetu i jego otwieranie się na współpracę z partnerami zewnętrznymi. Warto podkreślić, że kooperacja nie jest rodzajem projektu, który zaplanowano jako „projekt” z określonym terminem realizacji, ale ma ambicję być łąką jakością uniwersytecką, nastawioną na długofalowe działania.

Przez ponad rok funkcjonowania Przestrzeni Kreatywnej Współpracy realizowano działania z różnorodnych obszarów. Liczą się do nich m.in. warsztaty kreatywne dla młodych ekspertów metody *design sprint*, warsztaty przeprowadzone w ramach współpracy z Małopolskim Instytutem Kultury, cyfrowy kurs moderatora *design thinking*, cykl wykładów, Kreatywne Poranki czy Demo Day Innowacji Społecznych. Wspólnym mianownikiem przeprowadzonych działań jest opracowywanie jak najskuteczniejszych rozwiązań problemów i odpowiedzi na wyzwania, przed



Przestrzeń Kreatywnej Współpracy, sala Wydziału Zarządzania i Komunikacji Społecznej UJ

którymi stoi społeczeństwo. I tak w ramach semestratu pracowano nad rozwijaniem projektów i metodyki, których celem było skuteczniejsze osiąganie celów zrównoważonego rozwoju, wskazanych przez ONZ. Powstało 13 interdyscyplinarnych, międzywydziałowych zespołów, które działały pod kierunkiem moderatorów procesów kreatywnych, a efekty ich starań, czyli kilkanaście projektów innowacji, zaprezentowano podczas współorganizowanego z Centrum Transferu Technologii CITTRU Demo Day Innowacji Społecznych.

PKW to również miejsce, które ma ambicję, by stawać się bazą wiedzy. Na stronie projektu znaleźć można narzędzia, które pozwolą skutecznie przygotować się do przeprowadzenia prezentacji pitch deck czy prezentacji inwestycyjnej. Kreatywność skutecznie pobudzana jest dzięki zabawie, a tę metodę wspólnie wykorzystują karty Witflow (autorstwa Igi Mościchowskiej) do planowania warsztatów projektowych i produktowych.

Przestrzeń również na poziomie architektonicznym zachęca do współpracy kreatywnej. Stoły o heksagonalnym kształcie, parawany, miejsce do odpoczynku i mnóstwo powierzchni do pisania, wyklejania i malowania. PKW stworzono, by dawać narzędzia – metody do inicjowania pomysłów i przeprowadzania przez twórcze procesy. ©

Więcej informacji o programie Inicjatywa Doskonałości – Uniwersytet Jagielloński na stronie id.uj.edu.pl



Już co dziesiąty Polak posiada **kryptowaluty***

Nie przegap rewolucji technologicznej.



zondacrypto

www.zondacrypto.com

#1 giełda kryptowalut w Europie Środkowo-Wschodniej

Wierzymy w kryptowaluty razem z:

JUVENTUS
OFFICIAL CRYPTO
EXCHANGE PARTNER



Tour de Pologne

Giro d'Italia
OFFICIAL CRYPTO
EXCHANGE PARTNER
2024

Giro d'Italia
WOMEN
OFFICIAL CRYPTO
EXCHANGE PARTNER
2024

*źródło: Polski Instytut Ekonomiczny



Festiwal
Nauki i Sztuki
w Krakowie

XX edycja
16-18 maja 2024

Kraków miastem nauki i sztuki

ponad 300 wydarzeń

fnis.krakow.pl



Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

patronaty honorowe

Minister Nauki i Ministerstwo Obrony Narodowej

WOJEWODA MAŁOPOLSKI

MAŁOPOLSKA

koordynator

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

partnerzy

SPONSOR GŁÓWNY

SPONSOR

mpec

WODOCIĄGI Miasta Krakowa

WODOCIĄGI Miasta Krakowa

instytucje zaproszone

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY W KRAKOWIE

Radio Kraków

TVP 3 KRAKÓW

CRAZY NAUKA FORUM

współorganizatorzy

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

AKADEMIA POLSKA

AKADEMIA POLSKA

AKADEMIA POLSKA

AGH

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

UNIWERSYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE

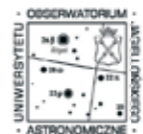
ORGANIZATORZY:



PRZY WSPARCIU:



PARTNERZY:



PARTNERZY MEDIALNI:

